令和７年度年次報告

課題番号：AIST01

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明

（英文）Reconstructing great subduction zone earthquake histories and understanding their mechanisms

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
イ. 津波の事前評価手法

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題では日本列島の沿岸地域において地形・地質の調査を行い、過去に海域で発生した地震の年代とそれに伴う地殻変動や津波浸水域を明らかにする。得られたデータに基づいて震源・波源のメカニズムを解明する。各地域での目標は以下の通り。

【千島-日本海溝】　千島海溝南部で繰り返し発生している連動型巨大地震の履歴を復元し，断層モデルを提案する。特に、17世紀と13世紀～14世紀に発生した巨大地震の破壊領域の違いを明らかにする。

【相模トラフ】　房総半島や相模湾沿岸における地震・津波履歴と隆起パターンなどを復元し、関東地震の多様性を評価する。

【南海トラフ】　南海トラフ沿いの各地域において過去に発生した地震の時期とそれに伴う地殻変動や津波浸水域を解明する。各地域から得られた年代の対比を行い、破壊領域の評価を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

千島海溝南部における巨大地震の履歴を明らかにするため、北海道東部において、17世紀および13世紀～14世紀の巨大津波によって堆積した津波堆積物の分布データを取得する。この結果を踏まえ、17世紀型巨大津波の波源の多様性を考察する。相模トラフ沿いでは、1703年元禄津波や相模トラフ沿岸を襲った津波について、地殻変動と津波の浸水履歴に関する地形・地質調査を行う。この調査結果を踏まえて、元禄津波の波源の見直しを行う。南海トラフ沿いでは、沿岸域における堆積物の採取を行い、津波堆積物の分布と年代から、浸水範囲と時期の推定を行う。南海トラフ沿岸各地で得られたデータから、破壊領域の評価を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度の成果の概要は以下の通りである。

【千島海溝-日本海溝】

令和7年度までに当研究グループが取得した地質記録（浜中町霧多布の25地点、白糠町恋問の32地点、釧路市馬主来の3地点、大樹町当縁の28地点）に加え、先行研究のデータから、17世紀と13～14世紀に発生した巨大津波の浸水範囲を推定した。その上で、17世紀の地震に対しては1通り、13～14世紀の地震に対しては7通りの断層モデルを考え、計算機上でそれぞれのモデルでどのような津波が発生するか検討した。得られた浸水シミュレーションの結果と津波堆積物の分布範囲を比較し、13～14世紀の地震については、最も一致する断層モデルをその地震の破壊領域（津波の波源）とした。13～14世紀の地震の破壊領域は300 km×100 km、十勝沖のすべり量5 m、根室沖のすべり量10 m、Mw 8.6と推定した。一方、17世紀の地震の破壊領域は300 km×130 km、十勝沖のすべり量10 m、根室沖のすべり量5 m、プレート境界浅部（海溝付近）のすべり量25 m、Mw 8.8と推定した。

【相模トラフ】

1923年大正関東地震により隆起した静岡県初島および神奈川県真鶴半島において、それよりも前の地震による隆起の履歴を解明するための地形・地質調査を実施、隆起痕跡を推定するための年代測定を行った。

【南海トラフ】

駿河トラフ沿いでは、過去4000年間に20回の沈水イベントを検出し、このうち5つが南海トラフ沿いで発生した歴史時代の巨大地震、2回が富士川河口断層帯の地震活動と対比された。高知県南国市の海岸砂丘の発達史を解明して浸水履歴と比較し、2800年前頃まで砂丘の上方への成長によって津波浸水が起きにくくなったことを示した。三重県紀北町の小規模な湖で掘削調査を実施した。高知県須崎市の海岸低地において掘削調査を実施した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

地質データと数値計算を融合させ、千島海溝南部で低頻度で発生する超巨大地震（17世紀、13-14世紀）の波源モデルを構築した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ioki, K., Sawai, Y., Namegaya, Y., Matsumoto, D., Tanigawa, K., Shimada, Y., Tamura, T., Okada, R., 2026, Difference in slip patterns between two prehistoric giant earthquakes along the southern Kuril trench. Geophysical Research Letters, https://doi.org/10.1029/2025GL118295, 査読有, 謝辞無

Namegaya, Y., Ioki, K., Imai, K., Kusumoto, S., Wang, Y., Horikawa, H., Murakami, M., in press, Field surveys of the 2024 Noto Peninsula earthquake tsunami in the areas distant from its source. Coastal Engineering Journal., 査読有, 謝辞無

Sawai, Y., Momohara, A., Ito, K., Shimada, Y., Matsumoto, D., 2025, Re-examination of coastal submergence events during the last 4000 years in the Ukishima-ga-hara lowland, central Japan: an aid for the long-term evaluation of the Fujikawa-kako fault zone. Earth, Planets, and Space, 77, 79, 査読有, 謝辞無

Tanigawa, K., Tamura, T., Komori, K., Negoro, Y., 2025, Holocene coastal barrier dune development and its influence on marine inundations: An example from the Kochi coast facing the Nankai Trough, southern Japan. Geomorphology, 486, 109887, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

伊尾木 圭衣・澤井 祐紀・行谷 佑一・松本 弾・谷川 晃一朗・嶋田 侑眞，2025，北海道当縁湿原における津波の浸水範囲考察，日本地球惑星科学連合2025年大会，HDS10-P07

伊尾木 圭衣・山下 裕亮，2025，宮崎市野島での津波の浸水範囲　―1662年日向灘地震と1707年宝永地震について―，日本地震学会2025年度秋季大会，P17-09

松本弾，2025，粒度分析手法の違いは分析結果に影響を与えるか，日本堆積学会2025年東京大会，P16.

松本 弾・澤井祐紀・行谷 佑一・谷川 晃一朗・嶋田 侑眞，2025，和歌山県那智勝浦町におけるイベント堆積物の堆積学的特徴，日本地質学会第132年学術大会（2025熊本大会），T7-P13.

澤井祐紀・嶋田 侑眞・谷川 晃一朗・松本 弾・行谷 佑一・伊尾木 圭衣，2025，非破壊分析により推定された北海道東部太平洋沿岸における19世紀以降の津波浸水イベント，日本地球惑星科学連合2025年大会，MIS23-P03

嶋田 侑眞・松本 弾・谷川 晃一朗・澤井 祐紀，2025，2024年能登半島地震による津波堆積物の堆積学的・古生物学的特徴－石川県珠洲市鵜飼地区の例－，日本地球惑星科学連合2025年大会，MIS11-01

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

千島海溝南部で17世紀と13～14世紀に発生した超巨大津波の波源についての情報発信を行う。令和7年度に採取した三重県紀北町の柱状試料について解析を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門　海溝型地震履歴研究グループ
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：活断層・火山研究部門　海溝型地震履歴研究グループ
電話：
e-mail：ievg-webmaster-ml@aist.go.jp
URL：https://unit.aist.go.jp/ievg/group/subducteq/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：澤井祐紀
所属：産業技術総合研究所

令和７年度年次報告

課題番号：AIST02

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）陸域の連動型巨大地震発生様式に関する古地震学的研究

（英文）Recurrence behavior on the past multi-segment earthquakes produced by major active fault system on land

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

これまで主に主要活断層帯で実施してきた変位履歴調査手法をさらに発展させ、国内外の長大な活断層系を対象として、地震時変位量と活動時期を明らかにする変位履歴調査を実施する。各調査地点で得られた変位履歴をもとに、活動区間やセグメント毎に時間ー変位ダイヤグラムを作成し、連動型イベントが生じる前後の経過時間や地震規模等を詳細に明らかにする。それらの結果から、長大な活断層系から連動型地震が生じた際の発生条件や応力蓄積状態等について古地震学的なパラメータ等を基に推定し、陸域の連動型巨大地震発生様式を検討する.

（6）本課題の５か年計画の概要：

本計画においては、四国陸域の中央構造線断層帯やトルコ・東アナトリア断層系南西区間等を主な対象として調査研究を実施する。
令和６年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。
令和７年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。
令和８年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。
令和９年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。
令和10年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。５カ年の変位履歴調査の結果をとりまとめ、連動型イベントが生じる前後の経過時間や地震規模等を詳細に明らかにし、

古地震学的なパラメータ等を基に連動型巨大地震発生様式を検討する。
なお、令和６～７年度については、文科省委託事業「長大な活断層帯等で発生する地震の評価手法の高度化に関する調査研究」の一部として実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は、中央構造線断層帯を対象に古地震調査研究を実施した。なお、中央構造線断層帯については、文科省委託「長大な活断層帯等で発生する地震の評価手法の高度化に関する調査研究」の一部として実施した。

四国陸域の中央構造線断層帯を対象に、石鎚山脈北縁西部区間（重信断層）の西端付近において、ドローンLiDAR、トレンチ調査を実施した。調査地点は、重信断層の西端付近に位置し、後藤ほか（1999）によるトレンチ地点から西方へ約1kmの地点である。トレンチ調査の結果、壁面には、ほぼ鉛直ないし北傾斜80°程度の高角な断層が確認された。壁面に露出した地層は、下位から扇状地礫層、氾濫原堆積物、沼池性堆積物、古土壌、人工改変土層である。断層は、全ての自然堆積層を切断し、南側低下の撓曲変形を伴っている。断層低下側では、地表から数十cm下位の層準から須恵器、1.5m前後から弥生式土器が出土した。考古学的遺物の鑑定は、松山市教育委員会の鑑定による。断層と地層の切断・変形と被覆関係や上下変位・変形の差異を基にイベント解釈をおこなった結果、最新活動を含む複数回の古地震イベントが認定された。現時点での暫定的な年代推定では、最新活動時期は少なくとも須恵器の推定年代である６世紀以降（古墳時代後期）の可能性が高い。また、弥生式土器の年代が紀元前５世紀～３世紀前半（弥生時代中期～後期）と推定され、この層準以降に３回のイベントが識別された。今後、放射性炭素同位体年代測定の結果を基に個別のイベント発生年代や発生間隔を推定する。さらに、各イベントに伴う地震時変位量を復元して、トレンチ調査地点を含む石鎚山脈北縁西部区間と周辺の断層区間との連動履歴や連動範囲、連動確率を検討する。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

特になし。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

文部科学省研究開発局・国立研究開発法人産業技術総合研究所，「長大な活断層帯で発生する地震の評価手法の高度化に関する調査研究　令和６年度成果報告書」，1-113., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

近藤久雄・木村治夫・堤　浩之・黒澤英樹，中央構造線断層帯・石鎚山脈北縁区間と石鎚山脈北縁西部区間の連動性評価–プルアパート盆地周辺の上下変位履歴の復元–，日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS14-16.

加瀬祐子・近藤久雄，動力学的震源モデルから推定される中央構造線断層帯（四国陸域）の最新イベント像（その3），日本地震学会2025年秋季大会，P08-17.

近藤久雄，1995年兵庫県南部地震以降の活断層・古地震研究に基づく長期評価の進展と課題，日本地震学会2025年秋季大会，S24-01.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

引き続き、長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

近藤久雄（産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門）
他機関との共同研究の有無：有
セリム・オザルプ（トルコ鉱物資源開発調査総局）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門
電話：050-3521-0587
e-mail：kondo-h@aist.go.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：近藤久雄
所属：産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門

令和７年度年次報告

課題番号：AIST03

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質調査と年代測定手法の高度化による火山活動履歴の解明とデータベースの整備
（英文）Revealing recent volcanic activities and construction of volcano database by geological survey and precise age determination

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山活動の評価と予測の基礎となるデータとして、日本列島の活動的火山や低頻度大規模火山活動に関する履歴調査を実施し、形成史や噴火履歴を明らかにした火山の地質図整備を推進する。日本列島の火山の地質情報に関する最新データの収集と整理を行い、日本の火山データベースに掲載する各種データベースの更新・拡充を行う。また活動的火山の長期的かつ高分解能な噴火履歴を解明するため、効率的かつ高精度で若い火山噴出物の年代が測定できる技術開発を進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度においては、秋田焼山、御嶽火山各地質図を公表し、大規模火砕流分布図の整備を進める。日本の火山データベースの更新・拡充を行う。令和７年度以降には伊豆大島（第２版）、雌阿寒岳各火山地質図を公表し、大規模火砕流分布図の整備を進める。また、日本の火山データベースの更新・拡充を継続する。若い火山岩の年代測定技術開発を全期間を通じて継続的に進める。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

火山災害に備える地質情報の整備と技術開発に向け、活動履歴調査、地質図及びデータベースの整備等の研究を推進した。世界初の海陸統合型となる伊豆大島火山地質図（第２版）を出版し、火山体

を包括的に理解するための重要情報を整備した。雌阿寒火山地質図は原稿を取りまとめ、出版プロセスとした。岩木山及び浅間山では地表踏査による噴火履歴調査を継続した。後期更新世以降の高分解能な噴火履歴を解明するために、年代測定試料に適した岩石石基組織の評価による測定の効率化を行うとともに、岩木山、雌阿寒岳等の岩石試料を対象とした感度法 K-Ar 及び Ar/Ar 年代測定を実施し、10 万年前より若い火山噴出物の放射年代を明らかにした。 日本列島の火山地質に関する最新情報を収集・整理して、日本の火山データベースの更新・拡充を行うとともに、活火山の火口位置情報と噴火履歴を地図上で表示する「噴火口図」の公開を開始した（2026年3月31日予定）。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

火山地質図等の作成にあたっては、有史時代の活動も含めた完新世の噴火活動史を重点的に整備することで、防災避難計画等の施作に資するとともに、GISソフトウェア等の地形図上で防災対策上重要な火口位置とその活動履歴に関する情報を優先的に公開開始して、災害の軽減に貢献することを企図している。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Doll, P., B.M. Kennedy, A.R.L. Nichols, J.W. Cole, D.B. Townsend, S.R. Eaves, C.E. Conway, G.S. Leonard, and J. Davidson, 2025, Postglacial effusive activity at Mt Ruapehu, Aotearoa New Zealand: Lava flow volumes and eruptive rate. J. Volcanol. Geotherm. Res., 468,108435, doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2025.108435, 査読有, 謝辞無

Conway, C.E., A.T. Calvert, O. Ishizuka, S. Yamasaki, I. Miyagi, Y. Harigane, and G.S. Leonard, 2026, Prolonged cooling of andesitic-dacitic lava flows produces optimal groundmass material for 40Ar/39Ar dating, Chemical Geology, 705, 123268, doi.org/10.1016/j.chemgeo.2026.123268., 査読有, 謝辞無

及川輝樹・石塚　治・古川竜太・川辺禎久・佐々木　寿・加藤(成毛)志乃・小澤弘典・栗本享宥, 2025, 航空レーザ測深測量による伊豆大島沿岸域の海底地形データ, 地質調査総合センター研究資料集、no. 770., 査読無, 謝辞無

山﨑誠子・石塚吉浩・佐藤鋭一, 2025, 雌阿寒岳火山とその周辺から採取された火山岩の感度法K–Ar年代, 地質調査総合センター研究資料集, no. 772., 査読無, 謝辞無

古川竜太・及川輝樹, 2025, 火山防災と空間情報技術第２回火山地質図の紹介, 測量, 4月号, 26-29. https://www.jsurvey.jp/1-4-2025.htm., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Conway, C.E., A. Calvert, G. Leonard, S. Yamasaki, O. Ishizuka, and Y. Harigane, 2025, Prolonged post-emplacement cooling of andesitic-dacitic lava flows produces optimal groundmass material for Ar/Ar dating. IAVCEI Scientific Assembly, Geneva.

草野有紀・山元孝広・古川竜太・松島喜雄・ 朝比奈大輔・石塚吉浩・井村　匠, 2025, 霧島硫黄山直下の岩相の解釈と比抵抗構造との比較, 日本火山学会秋季大会, P66.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：火山：その他：火山地質の情報データベース
概要：日本の火山の地質に関する総合データベース
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web）

https://gbank.gsj.jp/volcano/index.htm

（10）令和８年度実施計画の概要：

浅間山及び岩木山の火山地質図作成のための調査を継続する。日本の火山データベースの更新・拡充を継続し、活火山の火口位置情報整備を開始する。後期更新世から完新世にかけての火山岩の放射年代測定技術を引き続き開発する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門
他機関との共同研究の有無：有
佐藤鋭一（北海道教育大学旭川校）, 大場司（秋田大学）, 中川光弘（北海道大学）, 伴雅雄（山形大学）, 竹下欣宏（信州大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門
電話：
e-mail：ievg-webmaster-ml@aist.go.jp
URL：https://unit.aist.go.jp/ievg/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：古川竜太
所属：産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門

令和７年度年次報告

課題番号：AIST04

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質調査と実験に基づく震源断層物理モデルの提供
（英文）Construction of a seismic source fault model based on geological and experimental studies

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（5）本課題の５か年の到達目標：

内陸断層の深部、脆性–塑性遷移付近における応力・歪といった変形の不均質を削剥断層の地質調査により明らかにする。また、内部構造形成・発展と力学的挙動の関係を岩石変形実験により明らかにする。両者の成果を統合し、断層深部の変形不均質が破壊や摩擦といった断層挙動に及ぼす影響を明らかにする。これらの成果により震源断層の物理モデルの基礎を提供する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

2024-2026年度：(1) 断層の走向方向の、変形条件・変形機構，運動像の三次元分布の解明。それに基づく三次元地質モデル構築し、断層面全体の不安定化と延性破壊との関係性を明らかにする。(2)岩石、及びアナログ物質を用いた変形実験による構造形成と発展の解析。岩石については、変形の支配要因となる構成鉱物の粒径の発展について解明する。
2027-2028年度：三次元地質モデルに岩石変形実験による構造形成と発展の解析結果を組み込むことで、震源断層の物理モデルの基礎を提供する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
(1) 地質調査に基づく成果
昨年度に引き続き、内陸断層の最深部における破壊現象の空間分布の解明のため、削剥断層における地質調査と微細構造解析を行った。特に断層中心部での変形不均質のスケールが数100 μm 未満であることに注視し、Yeo et al. (2025) の破壊条件を満たす場所の空間分布をより高い空間解像度で検討した。その結果、破壊条件を満たす場所は断層中心部のウルトラマイロナイトと一致

し、Yeo et al. (2025) が試料スケールでの解析に基づいて示した塑性歪とキャビテーションの関係が、より巨視的なスケール（数 100 m規模）においても成立することを確認した。ウルトラマイロナイトのうち最大のものは、走向方向に1.2 km 以上にわたり分布するが、この構造はスケールの異なる複数の胴切断層に切断されることを明らかにした。

脆性領域における断層の固着過程の解明のため、地震断層沿いに産する方解石の化学分析、熱水変質鉱物の年代測定および近傍の岩脈の年代測定を実施した。その結果、方解石はマグマから供給された100–300℃の高温の流体から析出したことが示唆された。また、熱水変質鉱物の年代は岩脈の年代よりも古く、近隣の火成作用とは直接的に関係しないことが分かった。昨年度までの成果と合わせると、方解石は断層に沿って地下からもたらされた周囲よりも高温の流体から析出し、断層を繰り返しシールしたことが明らかとなった。

(2) 実験に基づく成果

飽和塩水に浸した塩・雲母混合物質は、常温・5 MPaの低温・低応力下でも、剪断すべり速度によっては脆性的にも流動的にも振る舞うことができることから、脆性–塑性遷移領域の断層岩アナログ物質として有用である。このアナログ物質を用いて、流動変形が卓越する条件（低すべり速度）で十分に流動変形組織を形成したのちに、すべり速度を上げて脆性的な挙動への移行を図ったときに、どのように亀裂の生成・連結が起きるのかを放射光X線を用いたその場観察により明らかにした。実験は大型放射光施設SPring-8にて実施した。ちょうど優勢となる変形が流動変形から脆性変形へと変化するすべり速度（1 μm/s）で、剪断の局所化がピストンとガウジ帯との境界付近で起こり始め、3 μm/sのすべり速度では局所化した領域に亀裂が生じ、それ以上のすべり速度では亀裂面に剪断が集中することを明らかにした。

脆性–塑性遷移領域の断層変形の再現実験を目指し、第2次計画において斜長石多結晶集合体をセラミック分野の一般的技術により合成した。しかし、集合体は全く水を含まず、地殻下部の剪断帯のアナログ物質としては現実的ではなかった。本年度は材料粉をカプセル内に封入することで、水を含む斜長石多結晶集合体を合成することに成功した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

多くの内陸大地震が発生する地震発生層最深部で形成された断層帯に沿って、1 km程度の範囲において、強い塑性変形によるキャビテーションと延性破壊が発生している可能性を見出した。このことは、塑性変形とキャビテーションが、地震発生層最深部における破壊開始に重要な役割を担っていることを示唆する。今後、この現象が断層面全体の不安定化に与える影響や発しうる観測可能な信号を解明することで、地震時に断層から出る強い地震波の予測、脆性–塑性遷移領域での塑性変形の特性を考慮した新たな地震発生の物理モデルを提唱し、災害の軽減に大きく貢献するものと考えられる。アナログ実験からは、ゆっくりと流動変形している断層岩を急に速い速度ですべらせようとすると、ある速度以降では剪断は亀裂面のごく薄層に局所化することを明らかにした。その場観察は断層すべりの不安定性と局所化への発展に関する明確なモデルを提供でき、内陸大地震の発生域である脆性–塑性遷移領域での地震発生過程の解明に貢献すると考えられる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Yeo, T., N. Shigematsu, S. R. Wallis, K. Kobayashi, C. Zhang, and K. Ujiie, 2025, Evolution of nanocavities to ductile fractures in crustal-scale faults at the base of the seismogenic zone, J. Geophys. Res., 130, e2024JB029868, doi:10.1029/2024JB029868., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Shigematsu, N., T. Yeo, S. R. Wallis, K. Oohashi, T. Katori, K. Kobayashi, T. Sumita, A. Miyakawa, K. Ujiie, and C. Zhang，2025，地震発生層最下部における断層内部構造，クリープキャビテーション，延性破壊, 日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS10-22.

高橋美紀，2025，Runaway slip in a fault rock analog under shear stress-constrained conditions,

日本地球惑星科学連合2025年大会，SCG54-11.

大橋聖和・小林健太，2025，2000年鳥取県西部地震余震域に分布する含方解石カタクレーサイトと非ダブルカップル型地震, 日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS10-P14.

高橋美紀，2025，放射光 X 線オペランド剪断実験による，流動から破壊への移行, 防災科学技術研究所シンポジウム　実験的アプローチで拓く地震断層力学の新展開 -大型岩石摩擦実験は何をもたらすか？-，2025年10月31日.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

(1) 内陸断層の最深部の構造を明らかにするため調査を進めている削剥断層では、単一の延性破壊面の空間規模を明らかにするとともに、集合体としての幾何形状を明らかにする。また、断層中心部（ウルトラマイロナイト）の塑性変形が近傍の破壊現象（胴切り断層やマイロナイト面構造の乱れ）に及ぼす影響を検討する。(2) 地震後の断層の固着過程に関しては、方解石を沈殿させた流体の圧力に関する情報を得て、断層強度に対する水圧の影響を明らかにする。(3) アナログ物質を用いた変形実験では、引き続き実験による構造形成と発展の解析をおこなう。具体的には、剪断応力を一定に保った環境で、流動変形から亀裂の生成と連結を経て断層が自発的に加速するさまを、放射光を用いて観察する。地質調査と変形実験で得られた成果（すなわち、「塑性変形→キャビテーション→破壊の発展→固着」）をあわせ、脆性–塑性遷移領域における断層の固着と破壊に基づく地震発生の物理モデルの提唱を目指す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

重松紀生（活断層・火山研究部門）, 高橋美紀（活断層・火山研究部門）, 大橋聖和（活断層・火山研究部門）, 宮川歩夢（地質情報研究部門）, 住田達哉（地質情報研究部門）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
電話：050-3522-3594
e-mail：k-oohashi@aist.go.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大橋聖和
所属：活断層・火山研究部門

令和７年度年次報告

課題番号：AIST05

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）噴出物の物質科学的解析に基づく噴火推移過程とマグマ供給系のモデル化

（英文）Research on modeling of magma systems and eruption processes based on analysis of eruption products

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

火山

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（5）本課題の５か年の到達目標：

桜島・阿蘇山・霧島山・有珠山等から様々な噴火様式の火山噴出物を採取し、種々の岩石学的・地球化学的解析を行う。揮発性成分の分析や高温高圧実験なども行い、爆発的噴火の強度や様式の変化を支配する要因を明らかにする。新たな揮発性成分分析手法の開発や既存手法の高度化にも取り組む。

活動的な火山において火山ガスの放出率と組成の観測・分析を行い、観測の高頻度化にも取り組む。大量の火山ガス放出を継続している火山については、噴火様式の支配要因の一つである火山ガス放出過程のモデル化を行う。また、地下浅部に熱水系が卓越する火山については、熱水系とマグマ性ガスの相互作用を明らかにする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

噴火頻度が高く、従って噴火災害の蓋然性が高いとともに観測事例を多く得られる火山、あるいはカルデラシステムの発達過程を理解するうえで重要な後カルデラ火山として、桜島・阿蘇山・霧島山・有珠山等について、主に噴出物の物質科学的解析に基づいて、噴火推移過程とマグマ供給系のモデル化に取り組む。種々の岩石学的・地球化学的解析に加え、揮発性成分の分析や高温高圧実験なども実施する。これにより、マグマの生成蓄積過程、噴火前駆過程、マグマ上昇から噴火に至る事象分岐過程に関する理解を進展させる。得られた成果は第2次計画で整備・公開したデータベースの拡充・更新（第3期課題AIST03）にも反映させる。

火山の活動推移予測に向け、活発に火山ガスを放出している火山について、火山ガスの放出率と化学組成の観測・分析、および火山ガス放出過程のモデル化を行う。伊豆大島の地中温度及び自然電位の連続観測を引き続き実施し、地下深部からの火山性流体の上昇を捉えるためのモニタリングを実施する。

新たな分析手法の開発や既存手法の高度化に向け、地球物理学など他の観測と組み合わせた多項目データ解析やAI技術を取り入れた新しい取り組み等を積極的に取り入れる。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

桜島・霧島山・有珠山・雲仙岳等について、噴出物の物質科学的解析に基づき、噴火推移過程とマグマ供給系のモデル化に向けた研究を進めた。特に、2025年6月に始まった霧島山新燃岳の噴火においては、火山灰や火山ガスの分析、ドローンによる噴火現象の観察などを実施し、噴火の推移を把握するとともに、現象の変化と地下のマグマの関与の関係などについて火山学的にも防災上も重要な知見を得た。このほか、有珠火山1977年噴火などいくつかの軽石噴火について岩石学的解析や高温高圧岩石融解実験からマグマ上昇過程やマグマ貯留条件などを推定し、またジルコン分析により雲仙火山マグマ供給系の時間変化の特徴を明らかにした。火山ガスに関しては、ドローン搭載可能な火山ガス組成観測装置を開発し、桜島や霧島山新燃岳でドローンを用いた空中火山ガス観測を実施した。これにより、従来法では観測困難だった噴火中の火山ガス組成の特徴を把握し、マグマから脱ガスした後の冷却過程や火山内部の温度構造の推定に成功した。また、火道内対流脱ガス中の火山から人為的に揮発性成分を抜き取り将来起こりうる破局的噴火を抑制する手法を考案した（特願2025-140580）。このほか、伊豆大島の地中温度及び自然電位の連続観測を引き続き実施し、観測結果をwebにて公開するとともに、火山の熱水系のモデル化を進めた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

これらの成果はいずれも火山活動・噴火機構の解明とモデル化という目的に合致しており当該項目に貢献するものである。また、解明とモデル化のみならず、観測機器・手法の開発や連続観測の実施とデータ公開は災害の軽減に大きく貢献するものである。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Hotta, S., S. Okumura, K. Matsumoto, T. Miyamoto, A. Tomiya, and K. Niida, 2025, Petrological constraints on magma ascent processes during the 1977 eruption of Usu volcano, Japan, J. Geophys. Res. Solid Earth, 130, e2024JB030966, https://doi.org/10.1029/2024JB030966, 査読有, 謝辞無

Iwahashi, K., O. Ishizuka, M. Kawaguchi, T. Oikawa, A. Nishihara, F. Maeno, A. Yasuda, and N. Tomita, 2025, Characteristics of drifting pumice collected several weeks after the earthquakes in October 2023 near Izu-Torishima, Geochem. J., 59, 192, https://doi.org/10.2343/geochemj.GJ25011, 査読有, 謝辞無

Kazahaya, R., I. Miyagi, and A. Tomiya, 2025, Aerial footages of the July 2025 eruption of Shinmoedake volcano (Kirishima) taken using drone, AIST Repository, 2003410, https://doi.org/10.57765/2003410, 査読無, 謝辞無

Matsushima, N. and K. Mannen, 2025, Numerical simulation of the hydrothermal system of Hakone volcano, J. Volcanol. Geotherm. Res., 466, 108383, https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2025.108383, 査読有, 謝辞無

Miyagi, I., 2025, Thermodynamic dataset of Hijiori magma (Hj j-A), AIST Repository, 2003341, https://doi.org/10.57765/2003341, 査読無, 謝辞無

Miyagi, I. and Conway, C., 2025, Thermodynamic dataset and the contour maps of some useful petrological parameters on pressure-temperature plane: Case of Ruapehu dacite lava and basalt from the Taupo volcanic zone, New Zealand, AIST Repository, 2003362, https://doi.org/10.57765/2003362, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

新谷直己, 2025, 火山噴出物の化学分析に基づく噴火開始メカニズムの解明, 日本火山学会2025年秋季

大会, S-05

岩橋くるみ, 2025, ジルコンの地球化学的特徴に基づく雲仙火山マグマ供給系の時間変化の検討, 日本鉱物科学会2025年年会, R6-11

風早竜之介・森　俊哉・金子隆之・篠原宏志・小山崇夫・渡邉篤志, 2025, 新燃岳でのドローンによる火山ガス観測, 日本火山学会2025年度 秋季大会, B2-06

風早竜之介・森　俊哉・篠原宏志・角皆　潤・宮木裕崇・森田雅明・中道治久, 2025, 桜島のドローンを用いた火山ガス観測による見かけ平衡温度の定量, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-05

木尾竜也・宮城磯治・及川輝樹・古川竜太 ・ 岩橋くるみ・池永有弥・松本恵子・成尾英仁 ・ 新谷直己・宝田晋治・草野有紀・東宮昭彦, 2025, 新燃岳2025年噴火における火山灰構成粒子の特徴とその経時変化, 日本火山学会2025年秋季大会, B2-03

木尾竜也・宮城磯治・東宮昭彦 ・ 岩橋くるみ・及川輝樹・松本恵子・古川竜太・草野有紀 ・ 山崎誠子・風早竜之介・篠原宏志・池永有弥・新谷直己・石塚吉浩, 2025, 霧島山新燃岳2025年噴火の火山灰構成粒子の時間変化（速報）, 日本地質学会第132年学術大会, T14-O-3

宮城磯治, 2025, マグマの脱水作用：地熱資源、鉱物資源、巨大噴火とのかかわり, 日本鉱物科学会2025年年会, S2-05

宮城磯治, 2025, 地熱資源と巨大噴火抑制について, 日本地熱学会令和7年学術講演会, B31

宮城磯治, 2025, 火道内マグマ対流脱ガスを利用した巨大噴火抑止方法, 日本火山学会 2025 年秋季大会, B3-07

宮城磯治・木尾竜也・松本恵子・池永有弥・及川輝樹・古川竜太 ・ 岩橋くるみ・新谷直己 ・ 宝田晋治・草野有紀・東宮昭彦・斎藤元治, 2025, 新燃岳2025年7月2～4日噴火の火山灰構成粒子の鉱物・ガラス化学組成, 日本火山学会2025年秋季大会, P75

東宮昭彦・堀田修平・奥村　聡・松本一久・宮本　毅・新井田清信, 2025, 磁鉄鉱と石基組織の解析からみた有珠火山1977年噴火のマグマ過程, 日本火山学会2025年秋季大会, P11

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

引き続き火山噴出物の岩石学的・地球化学的解析や高温高圧実験および火山ガス観測等を実施し、噴火推移過程やマグマ供給系および火山ガス放出過程のモデル化を進める。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
他機関との共同研究の有無：有
角皆潤，他数名（名古屋大学 大学院環境学研究科）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
電話：
e-mail：ievg-webmaster-ml@aist.go.jp
URL：https://unit.aist.go.jp/ievg/index.html

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：東宮昭彦
所属：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 マグマ活動研究グループ

令和７年度年次報告

課題番号：AIST06

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究

（英文）Study on high-resolution crustal stress fields and seismotectonics in the Japanese Islands

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

将来発生する地震の最大規模や発生様式の評価を行うため、現計画に引き続き、可能な限り小さな地震の発震機構解を推定し、高い空間分解能を有する地殻応力マップを整備する。現計画では日本列島陸域の地下20kmまでを推定したが、関東地域の深さ20km以深及びプレート境界にも対象を広げ、首都圏直下のやや深い地震や海溝型地震の評価に繋げる。さらに、大量で高精度な発震機構解から時間変化の抽出にも取り組む。様々なデータから地殻応力の時空間不均一の成因を明らかにし、数値シミュレーションを併用した連動性評価や活動性評価手法を提案する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

・S-netやDONETのデータ解析により微小地震の発震機構解を推定し、日本海溝および南海トラフ沈み込み帯の応力マップを作成する。陸域においては、Hi-netの整備以後蓄積されている定常観測網のデータ解析により、関東地域の深さ20km以深の応力マップを作成する。この解析には大規模な地震データ処理を伴うことから、深層学習による自動処理化（Uchide, 2020）を行う。さらに相対モーメントテンソル法（Dahm, 1996; Imanishi and Uchide, 準備中）を用いて発震機構解の推定精度を向上させるとともに、推定可能なマグニチュードの下限を大幅に下げる。
・大量で高精度な発震機構解から地殻応力の微小な時間変化の抽出にも取り組む。特にこれまでほとんど報告されていない大地震発生前の時間変化に着目する。
・代表的な活断層帯を対象に、歪み場、3次元地殻構造、地質構造、応力降下量や地震活動の特性も含めて地殻応力の時空間不均一の成因を特定し、断層帯毎の応力載荷モデルを構築する。さらに、応力載荷モデルを組み込んだ数値シミュレーションにより、連動性評価や活動性評価手法を提案する。
・取り纏めた応力情報は産総研の地殻応力場データベース（https://gbank.gsj.jp/crstress/）において公開する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

（１）日本列島内陸の地殻応力場の時間変化に関する研究

応力は地震発生の直接的な駆動力であり、将来の地震規模や発生確率の精度向上に不可欠な基礎情報である。日本列島の応力場は、発震機構解の蓄積により応力マップとして整備され、空間分布の詳細が明らかになってきたが、応力場の微小な時間変化については、いまだ十分に把握されていない。

今年度は、地震のすべり角と基準応力場から計算されるすべり角との差（ミスフィット角）の時間変化を追跡する手法（Terakawa et al., 2016）を用い、西南日本陸域の応力場変動の可視化を試みた（今西ほか, 2025a）。基準応力場はUchide et al. (2022)による0.2˚グリッド応力場を用いた。また、発震機構解はUchide et al. (2022) によるカタログと気象庁一元化カタログを統合したものを用いた。その結果、ミスフィット角は全体として小さく、基準応力場に調和的な地震が多く発生しているという、ある意味で妥当な結果が得られた。一方で、多くの地域において、ミスフィット角が周期性・季節性を伴って変動する傾向が認められた。これらのうち、季節性の変動については、積雪融解や降水に伴う地震活動の季節変動との関連が示唆されるが、数年スケールの周期変動については、その原因は現時点では明らかになっていない。地震発生過程の理解に重要な示唆を与える可能性があり、今後の詳細な検討が必要である。さらに、ミスフィット角の変動幅が小さい領域は、ひずみ集中帯とよく一致していることが明らかになった。これは、ひずみが集中する領域では応力がほぼ一定方向に蓄積し続け、応力場の擾乱が比較的小さいことを示唆している。また、M6以上の地震が発生する前のミスフィット角に着目すると、全期間平均より小さい傾向が認められ、本手法は大地震が発生しやすい時期の抽出に役立つ可能性がある。

（２）群発地震の研究

2025年に発生したトカラ列島近海および山口県北部の群発地震を対象に、発震機構解と応力解析を用いた総合的な検討を行った。トカラ列島近海では、ミスフィット角を用いた応力モニタリング（Terakawa et al., 2016）により、地震活動の活発化や地殻変動と同期して応力場が局所的に擾乱する様子が捉えられ、マグマ・流体・ゆっくりすべりなどの関与が示唆された（今西ほか, 2025b）。一方、山口県北部の深部群発地震では、正断層型・横ずれ型・逆断層型が混在する異常に多様な発震機構が確認され、均一応力場では説明できないことが明らかとなった（雨澤ほか, 2025；今西ほか, 2025c）。両事例は、群発地震が通常のテクトニック応力場だけでなく、流体や応力擾乱を伴う過程に強く支配されていることを示している。今後は、地殻変動や速度構造など他の観測データと統合した解析を進め、群発地震の発生過程の定量的理解と異常活動の評価精度向上を目指す。

（３）2024年能登半島地震

2024年能登半島地震については、観測に基づく断層形状と広域応力場を用いた三次元動的破壊シミュレーションによる本震破壊過程の再現（Ando et al., 2025；UTS_04と連携）と、三次元速度構造による余震分布の再決定（Shiina et al., 2025）が国際誌に掲載された。

（４）地震データと測地データを組み合わせたプレート境界における固着状態の推定

発震機構解とGNSSによる地殻変動データを統合した手法により、プレート境界の固着状態変化を推定する枠組みを昨年度までに開発・適用した。今年度はその成果を取りまとめ、2つの国際学会で発表するとともに（Imanishi and Noda, 2025a, b）、Journal of Geophysical Research誌に投稿した（現在、修正稿の査読中）。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

応力マップの対象地域を海域に広げるため、S-netを用いた発震機構解推定を継続して進めた（今西・阿部, 2025）。整備した応力マップを活用した数値シミュレーション手法を開発し、最大規模評価や活動性評価を行っていくことが重要である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ando, R., Y. Fukushima, K. Yoshida, and K. Imanishi, 2025, Nonplanar 3D fault geometry controls the spatiotemporal distributions of slip and uplift: Evidence from the Mw7.5 2024 Noto Peninsula, Japan, earthquake, Earth Planets Space, 77, 53. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02187-9, 査読有, 謝辞有

Shiina, T., H. Horikawa, Y. Sawaki, K. Sagae, and K. Imanishi, 2025, Aftershock distribution of the 2024 Noto Peninsula earthquake, Japan, determined using a 3-D velocity structure and uncertainty quantification, Earth Planets Space, 77, 94. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02227-4, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

雨澤勇太・矢部　優・佐脇泰典・今西和俊・宮澤理稔・西川友章・西村卓也・長岡愛理・宮町凜太郎・大見士朗, 2025, 山口県北部群発地震：震源分布の複雑な時空間変化と駆動メカニズム, 日本地震学会2025年度秋季大会, S23-02

今西和俊・阿部信太郎, 2025, S-netデータを用いた微小地震のメカニズム解推定による東北地方沿岸域の正断層場生成機構の解明, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-P05

今西和俊・内出崇彦・椎名高裕・矢部　優, 2025a, 日本列島内陸の地殻応力変動, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS10-08

今西和俊・矢部　優・加藤愛太郎・八木原寛, 2025b, メカニズム解を用いた2025年トカラ列島近海群発地震の応力モニタリング, 日本地震学会2025年度秋季大会, S23-15

今西和俊・雨澤勇太・宮澤理稔・西川友章・西村卓也・長岡愛理・宮町凜太郎・大見士朗, 2025c, 山口県北部における深部群発地震のメカニズム解推定, 日本地震学会2025年度秋季大会, P23-03

Imanishi, K. and A. Noda, 2025a, Detection of annual-scale interplate coupling variations using intraplate earthquakes and geodetic data: Application to the Tohoku-Oki and Nankai regions, AOGS2025, SE11-A022

Imanishi, K. and A. Noda, 2025b, Detecting annual-scale interplate coupling variations by a method combining intraplate earthquakes and geodetic data: Case studies from Tohoku-Oki and Nankai, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, A18c

Shiina, T., H. Horikawa, Y. Sawaki, K. Sagae, and K. Imanishi, 2025, Aftershock distribution of the 2024 Mw7.5 Noto Peninsula earthquake in Japan: Effects of velocity structure on inland stations, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-1052.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

今年度に着手した陸域応力場の時間変化に関する研究手法を、来年度は東北地方に適用する。また、トカラ列島近海および山口県北部の群発地震の解析結果の論文化を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

今西和俊（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）, 内出崇彦（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）, 椎名高裕（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）, 浦田優美（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）

他機関との共同研究の有無：有

安藤亮輔（東京大学大学院理学系研究科）, 大谷真紀子（京都大学理学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：今西和俊
所属：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門

令和７年度年次報告

課題番号：AIST07

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地下水・地殻変動観測による地震予測精度の向上
（英文）Improving earthquake forecast accuracy by use of groundwater and crustal deformation observations

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

2点の地下水・地殻変動観測施設を新規整備し、計20観測点とする。南海トラフ沿いの巨大地震想定震源域の深部周辺で発生する短期的ゆっくりすべりの詳細なマッピングの継続。安価かつ高精度な歪観測技術の開発と適用。深部すべりの時空間分布の推定手法の開発。南海トラフ沿いの巨大地震想定震源域の固着の時間変化の推定。

（6）本課題の５か年計画の概要：

九州に新規の地下水・地殻変動観測施設（2点）を整備し、計20観測点とする。
産総研・防災科研・気象庁との共同研究により構築した観測システムにより、南海トラフの短期的ゆっくりすべりの高精度モニタリングを継続する。
安価かつ高精度な歪観測を実現するために、小型のボアホールひずみ計を開発する。
深部すべりの時空間分布の推定手法を開発する。
水準測量データ・潮位データ等を用いて南海トラフ沿いの巨大地震の想定震源域周辺のプレート間固着の時間変化を推定する。
令和6年度においては、大分県佐伯市の新規地下水等総合観測施設の整備を完了し、データ取得を開始する。宮崎県東臼杵郡周辺で新規地下水等総合観測施設の整備を開始する。安価かつ高精度な歪観測技術を開発し、2観測点でボアホールひずみ計の更新に着手する。
令和7年度においては、宮崎県東臼杵郡周辺で新規地下水等総合観測施設のデータ取得を開始する。2観測点の更新したボアホールひずみ計のデータ取得を開始する。
令和8年度以降においては、3観測点のボアホールひずみ計の更新を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
産総研と防災科研および気象庁との共同研究に基づき、3機関のひずみ・地下水・傾斜データをリア

ルタイムで共有して南海トラフ周辺地域の短期的ゆっくりすべり(SSE)を解析するシステムの運用を継続した。2024年11月～2025年10月の間に短期的SSEの断層モデルを37個決定した。
　宮崎県延岡市に新規地下水等総合観測施設を設置し、観測を開始した。計20観測点となった。観測を継続している関東、東海、中部、近畿、四国地方の地下水・ひずみデータ等を地震予知連絡会報で報告した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
　南海トラフ周辺地域の短期的ゆっくりすべり(SSE)の解析を継続し、この間のプレート境界すべりの時空間変化の把握に基づく予測に大きく貢献した。また、解析した短期的SSEは南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会、地震調査委員会、地震予知連絡会に報告し、短期的SSEの評価に貢献した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

北川有一・板場智史・松本則夫・落　唯史・木口　努・矢部　優,2025,紀伊半島～四国の歪・傾斜・地下水観測結果（2024年11月～2025年4月）,地震予知連絡会報,114,312-321, 査読無, 謝辞無

北川有一・板場智史・松本則夫・落　唯史・矢部　優,2026,紀伊半島～四国の歪・傾斜・地下水観測結果（2025年5月～2025年10月）,地震予知連絡会報,115,印刷中, 査読無, 謝辞無

北川有一・木口　努・今西和俊・松本則夫,2025,岐阜県東部・長野県西部における地殻活動観測結果(2024年11月～2025年4月),地震予知連絡会報,114,200-201, 査読無, 謝辞無

北川有一・木口　努・今西和俊・松本則夫,2026,岐阜県東部・長野県西部における地殻活動観測結果(2025年5月～2025年10月),地震予知連絡会報,115,印刷中, 査読無, 謝辞無

北川有一・木口　努・松本則夫・板場智史・落　唯史・佐藤　努・矢部　優,2025,東海・関東・伊豆地域における地下水等観測結果(2024年11月～2025年4月)(71),地震予知連絡会報,114,188-192, 査読無, 謝辞無

北川有一・松本則夫・板場智史・落　唯史・佐藤　努・矢部　優,2026,東海・関東・伊豆地域における地下水等観測結果(2025年5月～2025年10月)(72),地震予知連絡会報,115,印刷中, 査読無, 謝辞無

北川有一・松本則夫・佐藤　努・板場智史・落　唯史・木口　努・矢部　優,2025,近畿地域の地下水位・歪観測結果（2024年11月～2025年4月）,地震予知連絡会報,114,322-325, 査読無, 謝辞無

北川有一・松本則夫・佐藤　努・板場智史・落　唯史・矢部　優,2026,近畿地域の地下水位・歪観測結果（2025年5月～2025年10月）,地震予知連絡会報,115,印刷中, 査読無, 謝辞無

矢部　優・板場智史・落　唯史・松本則夫・北川有一・木口　努・木村尚紀・木村武志・松澤孝紀・汐見勝彦,2025,東海・紀伊半島・四国における短期的スロースリップイベント（2024年11月～2025年4月）,地震予知連絡会報,114,137-187, 査読無, 謝辞無

板場智史・落　唯史・矢部　優・松本則夫・北川有一・木村尚紀・木村武志・松澤孝紀・汐見勝彦,2026,東海・紀伊半島・四国における短期的スロースリップイベント（2025年5月～2025年10月）,地震予知連絡会報,115,印刷中, 査読無, 謝辞無

松本則夫・上垣内修・矢部　優,2025,In-situ calibration of Ishii-type multicomponent borehole strainmeters deployed in southwest Japan, Earth Planets and Space, SPRINGER,77,https://doi.org/10.1186/s40623-025-02176-y, 査読有, 謝辞有

矢部　優・落　唯史・松本則夫・板場智史・北川有一・松澤孝紀・井出　哲,2025, Spatiotemporal evolution of a deep short-term slow slip event in the Nankai subduction zone in November 2022 derived from strain, tilt, and GNSS records, Tectonophysics,909, https://doi.org/10.1016/j.tecto.2025.230763, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

北川有一・落　唯史・松本則夫, 2025, 大分県における新たな地下水等総合観測施設 （佐伯蒲江観測点） の紹介,日本地球惑星科学連合,SCG56-P01

松野結矯・福田公平・前田拓人・平野史朗・矢部　優・北川有一,2025,多成分ひずみ計に記録される地震動・降雨応答の検討,日本地球惑星科学連合,SCG56-P02

矢部　優・椎名高裕・落　唯史・松本則夫・北川有一・板場智史・松澤孝紀・藤田健一・中山和正・宮岡一樹,2025,南海トラフ深部ゆっくりすべりの矩形断層モデル推定における不確定性評価手法の開発,日本測地学会,12

板場智史・北川有一・松本則夫・大西正臣・藤澤正憲・長谷和則,2025,次世代型ボアホール歪計の開発,日本測地学会,53

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

産総研・防災科研・気象庁との共同研究により構築した観測システムにより、南海トラフの短期的ゆっくりすべりの高精度モニタリングを継続する。徳島県阿南市と三重県紀北町の2観測点でボアホールひずみ計の更新を完了し、観測を開始する。他２観測点でボアホールひずみ計の更新に着手する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門
他機関との共同研究の有無：有
防災科学技術研究所 地震津波火山ネットワークセンター, 気象庁 地震火山部

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 地震地下水研究グループ
電話：029-861-3656
e-mail：tectono-h@aist.go.jp
URL：https://gbank.gsj.jp/wellweb/GSJ/index.shtml

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：北川有一
所属：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 地震地下水研究グループ

令和７年度年次報告

課題番号：AIST08

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）活断層データベースの整備と公開
（英文）Update and release of the Active Fault Database of Japan

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（5）本課題の５か年の到達目標：

全国に分布する約600の活断層（活動セグメント）の活断層線と約2万点の調査地情報について、位置精度向上の作業を完了させ、その結果を公開する。また、これらの作業結果及び新たに発表された研究論文や報告書の内容に基づき、それぞれの活動セグメントの代表パラメータの見直しを行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度には、約20断層と約400地点の位置精度を確認・更新する。これまでに位置精度向上の作業が完了したものを、順次、活断層データベース上で公開する。
令和７年度には、約200断層の活断層線と約5000地点の調査地の位置精度を向上させる。また、位置精度向上の作業が完了したものを、順次、活断層データベース上で公開する。
令和８年度には、約200断層と約5000地点の位置精度を確認・更新する。これまでに位置精度向上の作業が完了したものを、順次、活断層データベース上で公開する。
令和９年度には、約100断層の活断層線と約5000地点の調査地の位置精度を向上させる。これまでに位置精度向上の作業が完了したものを、順次、活断層データベース上で公開する。
令和１０年度には、活断層データベースに収録されているすべての活断層について、詳細な活断層図を活断層データベース上で公開する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

活断層データベースに表示される活断層図について、従来の縮尺約20万分の1からより詳細な縮尺約5万分の1で表示できるように、収録データの位置情報の精度向上にかかる作業と表示システムの改良を実施した。調査地の位置情報については、九州地方及び瀬戸内地方（福岡県・山口県・広島県）で実施された活断層調査の調査地809地点について位置精度の確認と改善作業を実施した。活断層線については、同地域（福岡県・山口県・広島県）に分布する22断層の位置精度の確認と改善作業を実施した。前年度にデータの更新作業を実施した近畿地方（大阪府周辺）の活断層（20断層）について、背景地図に2.5万分の1地形図等を表示させることができる活断層図を2025年6月に活断層データベース上で公開した。そのほか、「歴史地震」及び「最近の地震」の収録データと「サイトマップ・検索

経路図・使い方」の更新作業を行なった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

令和6年能登半島地震のような大きな地震が発生したときには、その震源断層に関する情報やこれまでの研究成果へすぐにアクセスできることが重要である。建議の「観測基盤と研究推進体制の整備」で掲げられている地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開の一課題として、今後も計画的・継続的にデータベースの整備を進めていく。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

吾妻　崇・中井未里・清水日奈子・丸山　正, 2025, 2024年度における活断層データベースの整備, 令和6年度 防災・減災のための高精度デジタル地質情報の整備事業報告書, 地質調査所総合センターNo.87, 89–93., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：ソフトウエア開発（データベース）
概要：活断層調査に関する情報および活断層の特性パラメータを集約したデータベース。令和７年度には、大阪府周辺の詳細活断層図を追加。
既存データベースとの関係：活断層データベース https://gbank.gsj.jp/activefault/
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web） https://gbank.gsj.jp/activefault/

(10) 令和８年度実施計画の概要：

九州地方及び瀬戸内地方の活断層調査地点（約800地点）を対象として、位置精度向上の作業を実施するとともに、これらの調査地を含む活断層（約20断層）について活断層線の位置精度を向上させる。令和７年度に位置精度向上の作業が完了した活断層（22断層）について、縮尺５万分の１程度の活断層図を活断層データベース上で公開する。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

吾妻　崇（活断層・火山研究部門）, 丸山　正（活断層・火山研究部門）, 中井未里（活断層・火山研究部門）
他機関との共同研究の有無：無

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門
電話：
e-mail：af-db-ml@aist.go.jp
URL：https://gbank.gsj.jp/activefault/

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：吾妻崇
所属：産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門

令和７年度年次報告

課題番号：AORI01

（1）実施機関名：

東京大学大気海洋研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）巨大地震・津波を引き起こす海底活断層の学際的観測研究
（英文）Multidisciplinary observational research on active submarine faults generating huge earthquakes and tsunamis

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

(1) 巨大分岐断層がマントル流体上昇の通路となる可能性が指摘されている（Tomonaga et al., 2020）熊野沖南海トラフの前弧海盆で、マルチチャンネル反射法地震探査（Multi-channel Seismic：MCS）データを繰り返し取得し（Time-lapse調査：繰り返し観測により時間変化を捉える調査）、断層に沿った流体変動を調査する。また、巨大分岐断層の海底付近堆積物と海水から、マントル流体存在の優れたトレーサーであるヘリウム同位体比（3He/4He）を定期的に測定し、断層に沿った流体変動をモニタリングする。(2) 沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に人工知能の深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを導入し、既存・新規のMCSデータおよび深海掘削（DSDP/ODP/IODP）データを加え、南海トラフおいてデコルマの地震性すべりに影響する間隙水圧の広域分布を高精度で明らかにする。また、千島海溝のデコルマの間隙水圧を推定し、南海トラフや日本海溝と比較する。(3) 日本海溝沖や千島海溝沖のアウターライズにおいて既存・新規のMCSデータを海底地形や地震応力場データと組み合わせ、大規模アウターライズ断層の活動性を表すSlip Tendencyの広域分布を推定する。また、海洋地殻を断ち切る断層がマントル流体上昇の通路となる可能性が指摘された（Park et al., 2021）宮城沖のアウターライズで、断層の海底付近堆積物と海水からヘリウム同位体比（3He/4He）を定期的に測定し、断層に沿った流体変動をモニタリングする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

【令和6年度】
(1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でピストンコアラーによる表層採泥およびCTD採水を行い、海底堆積物試料と海水試料を採取する。希ガス専用質量分析計を用いて海底堆積物・海水試料に含まれるHe（ヘリウム）を抽出し、He濃度および同位体比（3He/4He）を測定する。
(2) 日本海溝アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得する。
(3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを導入する（手法開発開始）。

(4) 過去にJAMSTECが千島海溝で取得したMCSデータを用い、重合前深度マイグレーション処理を行うことで、P波速度構造モデルを構築し、デコルマに沿った間隙水圧を推定する。この結果を南海トラフや日本海溝の結果と比較する。
【令和7年度】
(1) 熊野沖南海トラフの前弧海盆でTime-lapse MCSデータを取得する。
(2) 熊野沖南海トラフの前弧海盆で海底堆積物・海水試料に含まれるHe（ヘリウム）を抽出し、He濃度および同位体比（3He/4He）を測定する。
(3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを導入する（手法開発継続）。
【令和8年度】
(1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でHe（ヘリウム）濃度および同位体比（3He/4He）を測定し、過去の測定値（Park et al., 2021）や令和6年度の測定値と比較する。
(2) 日本海溝沖アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得し、過去に大気海洋研究所とJAMSTECが取得したMCSデータと統合し、大規模アウターライズ断層の広域Slip Tendencyマップを作成する。
(3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを導入する（手法完成）。
【令和9年度】
(1) 熊野沖南海トラフの前弧海盆でTime-lapse MCSデータを取得することで、既存MCSデータや令和7年度 MCSデータと比較し、巨大分岐断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
(2) 熊野沖南海トラフの前弧海盆で海底堆積物・海水試料に含まれるHe（ヘリウム）を抽出し、He濃度および同位体比（3He/4He）を測定することで、過去の測定値（Tomonaga et al., 2020）や令和7年度の測定値と比較し、巨大分岐断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
(3)過去にJAMSTECが南海トラフ沈み込み帯で取得した稠密MCSデータを用いる重合前深度マイグレーション処理に、深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを利用し、広域のP波速度構造モデルを高精度で構築する。
【令和10年度】
(1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でHe（ヘリウム）濃度および同位体比（3He/4He）を測定することで、過去の測定値や令和6・8年度の測定値と比較し、大規模アウターライズ断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
(2) 千島海溝沖アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得し、過去にJAMSTECが取得したMCSデータと統合し、大規模アウターライズ断層の広域Slip Tendencyマップを作成する。
(3) 南海トラフ沈み込み帯で構築した高精度の広域P波速度構造モデルを深海掘削（DSDP/ODP/IODP）データと組み合わせ、デコルマに沿った間隙水圧の広域マップを作成する。

（7）令和 7 年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

三陸沖日本海溝の浅部プレート境界断層（＝デコルマ）のすべりは、1896年明治三陸地震（M8.2）および2011年東北沖地震（M9.0）の際に大きい津波を引き起こしたが、主なすべりのデコルマ深度（または、海溝軸から陸側への距離）は対照的である（例えば、Satake et al., 2017, Geosci. Lett.）。即ち、1896年地震では海溝軸から遠いデコルマのすべり量が大きいことに対し、2011年地震では、海溝軸に近いデコルマのすべり量が大きく、その原因は未だ不明である。

今年度は、三陸沖日本海溝のデコルマ挙動を調査するために、JAMSTECが2022年に取得したマルチチャンネル反射法地震探査（MCS）データ（測線KJ2204）を用い、高精度地殻構造イメージングを目的とする重合前深度マイグレーション（Pre-stack depth migration：PSDM）処理を施した。さらに、PSDM速度構造モデルを用い、デコルマの地震性すべりを制約する間隙水圧などの物性を推定した（具体的なデータ解析手法は、Jamali Hondori and Park（2022, Sci. Rep.）またはYu et al. (2025, JGR)を参照）。

測線KJ2204のPSDM断面図（図１）では、太平洋プレートの最頂部に発達するホルスト・グラーベン（地塁・地溝）構造がデコルマに沿って海溝陸側へ沈み込んでいる様子が明瞭に捉えられた。デコルマの固着度を示唆する有効応力比（Effective stress ratio、図２）では、相対的に強い固着を示唆する２つのピーク領域が特定された（即ち、海溝軸から距離9–14 kmのZone A、29–36 km

のZone B）。Zone AとZone Bはそれぞれ2011年地震と1896年地震の主なすべり領域に含まれることから、Zone Aは2011年地震のアスペリティとして、Zone Bは1896年地震のアスペリティとして機能し、異なる地震イベントにおいて異なるアスペリティパッチが破壊されるという、空間的に相補的な地震破壊パターンの可能性が考えられる。

これらZone AとZone Bではデコルマがホルスト上に形成され、沈み込み堆積層が薄く、堆積層の中に封じ込められた流体の量が相対的に少ないことが考えられる。加えて、前縁付加体内部のスラスト断層がデコルマまで到達することで、断層に沿った流体排出が起こり、結果としてデコルマの間隙水圧の局所的な減少および有効応力の増加をもたらした可能性がある。

なお、今年度の研究成果は、本課題の５か年計画と概ね一致している。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

三陸沖日本海溝で津波を引き起こす浅部プレート境界断層の高精度構造イメージングと物性推定に成功したことで、「関連の深い建議の項目」の“地震発生を支配する場の解明とモデル化”の目的達成に貢献している。三陸沖日本海溝で津波を引き起こす浅部プレート境界断層の実態を解明することで、今後、日本海溝および千島海溝で発生が懸念される巨大地震の活動評価の高精度化や、後発地震発生による地震・津波の防災・減災対策に重要な貢献が期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Yue Sun, Ayumu Miyakawa, Koichiro Obana, Ehsan Jamali Hondori, and Jin-Oh Park, Normal faults geometry and slip tendency in the outer-rise of the Japan Trench, Progress in Earth and Planetary Science, 12, 65, https://doi.org/10.1186/s40645-025-00742-2, 2025., 査読有, 謝辞有

Fan Yu, Ehsan Jamali Hondori, and Jin-Oh Park, Pre-stack depth imaging and pore-fluid pressure estimation along the Nankai Trough subduction zone off the Kii Peninsula, SW Japan, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2024JB029780, https://doi.org/10.1029/2024JB029780, 2025., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Yuqi Lyu, Tetsuo No, Ehsan Jamali Hondori, Hamzeh Mohammadigheymasi, and Jin-Oh Park、2025, Seismic Reflection Imaging and Pore-Fluid Pressure Analysis of the Japan Trench Megathrust Fault Offshore Sanriku, NE Japan, 日本地球惑星科学連合2025年大会、SIT19-08

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に向けて深層学習（Deep Learning）アルゴリズムの開発を進める。日本海溝や千島海溝のアウターライズにおいて大気海洋研究所とJAMSTECが取得した反射法地震探査データを統合し、大規模アウターライズ断層の広域Slip Tendencyマップを作成する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

朴進午（東京大学大気海洋研究所）, 芦寿一郎（東京大学大気海洋研究所）, 山口飛鳥（東京大学大気海洋研究所）, 高畑直人（東京大学大気海洋研究所）

他機関との共同研究の有無：有

佐野有司（高知大学海洋コア国際研究所）, 鹿児島渉悟（富山大学学術研究部理学系）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学大気海洋研究所　国際・研究推進チーム
電話：04-7136-6009
e-mail：iarp@aori.u-tokyo.ac.jp
URL：http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：朴進午
所属：東京大学大気海洋研究所

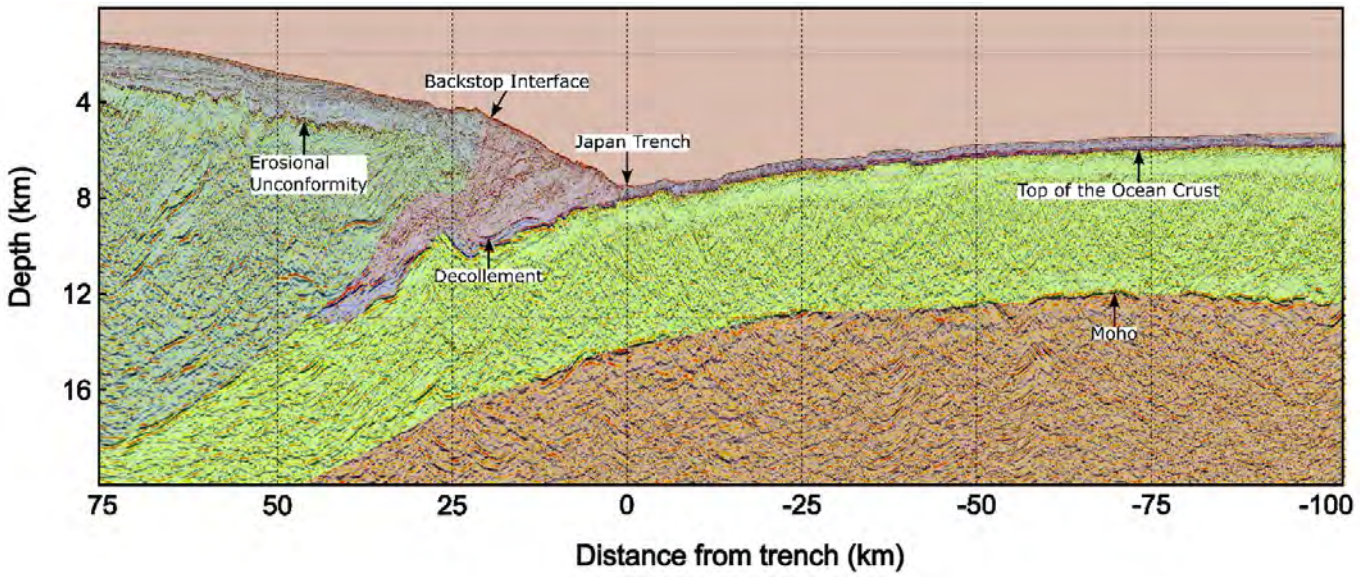


図１．三陸沖日本海溝沈み込み帯の重合前深度マイグレーション断面図と地質構造解釈

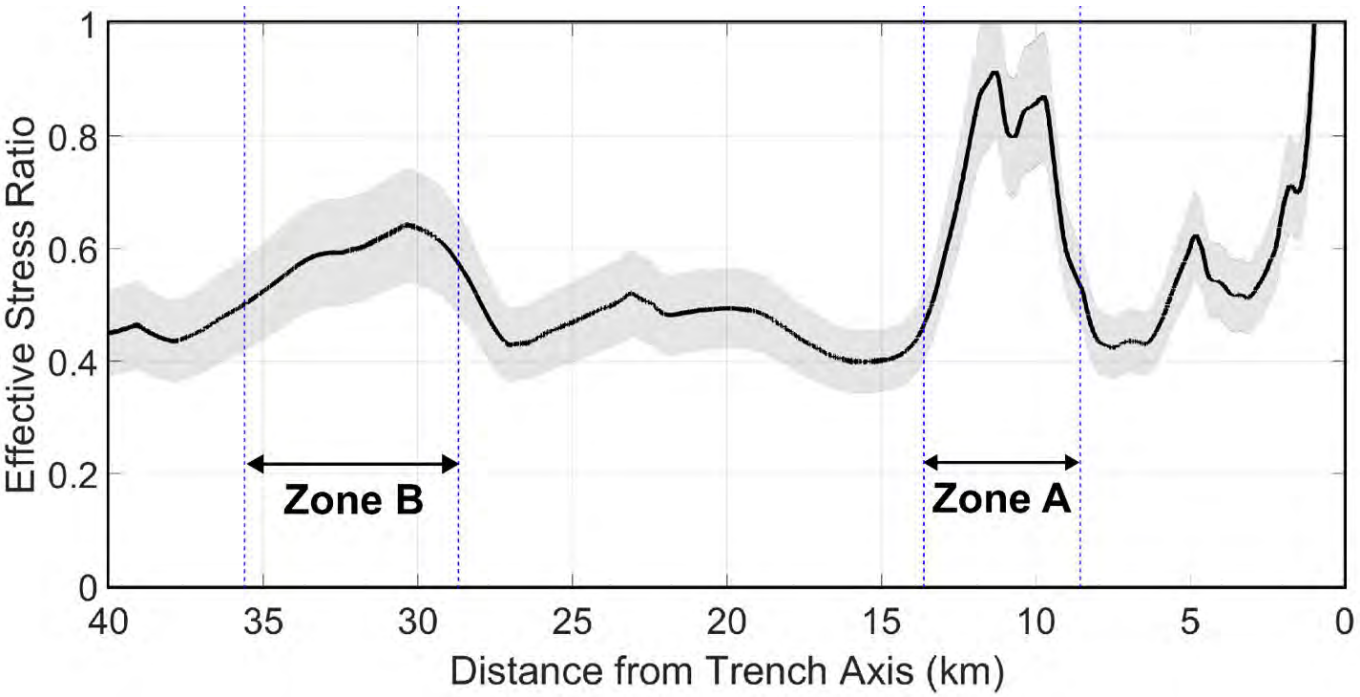


図２．三陸沖日本海溝の浅部プレート境界断層に沿った有効応力比

令和７年度年次報告

課題番号：AORI02

（1）実施機関名：

東京大学大気海洋研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山の活動度・噴火ポテンシャル評価を目的とする地球化学的観測研究
（英文）Geochemical observation research for assessing activity and eruption potential of volcanoes

（3）関連の深い建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）本課題の５か年の到達目標：

陸上・海底火山の噴火や、それに誘発される津波などの災害は、社会や経済に深刻な影響を与える。防災・減災を目的として火山活動度を評価することは社会的に重要であり、マグマ・熱水系の状態の解明を目的とする火山観測体制が強化されてきた。火山ガスや熱水の化学・同位体組成は熱水系の物理化学的状態やマントル起源物質の混入率を反映するため、継続的に測定を行うことによって火山活動度の時間変動の解明に役立てることが可能である。本課題では、火山における地球化学的観測を通じて火山ガス・熱水等の成分を継続的に測定して、これまでに蓄積されている過去の観測データと比較・検討することにより、火山活動度の時間変動を定量的に解明する。その上で噴火に至る異常の有無、および将来の噴火・災害ポテンシャルについて評価を行うことを目的とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究では、前計画において観測を実施してきた火山等において継続的な化学的調査を実施する。陸上では木曽御嶽山や阿蘇山など、近年噴火や顕著な火山活動の高まりが観測されている火山を重点的に調査する。また海底火山については、研究船等による海洋観測が可能となる場合に、海底熱水活動が活発な鹿児島湾など熱水系が発達している海域や、日本海溝近傍などプチスポット火山活動による熱水活動が生じる海域を重点として観測を実施する。これらの地点を繰り返し観測することで、火山現象に重要な役割を果たすと考えられる地殻流体をモニタリングして、噴火に至るような異常の有無、および将来の災害発生ポテンシャルを評価する。具体的には、陸上では火山ガスや温泉水・地下水などを採取して、海底では主に熱水系探索のため採水や採泥を行い、その化学成分を分析する。特に火山活動に関与すると考えられる地殻流体に着目し、マントルまで至るような地球深部からもたらされる化学成分であるヘリウム同位体等の分析に重点を置く。令和6年度には、継続的に調査している木曽御嶽山などの活火山の観測を実施し、観測データを蓄積する。令和7年度以降も同様に継続観測している火山におけるデータの収集を続ける。また、海洋調査船の研究航海を適宜利用して、鹿児島湾・南西諸島や日本海溝近傍における観測を実施することで海底火山地帯における観測データを蓄積する。最終的には令和10年度までに、本研究で得られる観測データと過去のデータを比較することにより、火山活動・物質循環の時間変動を調査し、それに基づき噴火に至る異常の有無や災害ポテンシャルの評価を行うことを目標とする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

陸上火山の調査としては、木曽御嶽山・阿蘇山・雲仙岳で観測を行なった。火山周辺の温泉水を採取し、木曽御嶽山・阿蘇山の試料のヘリウム同位体や炭素同位体、ガス組成を分析し、その長期変動から火山の活動度に変化がないか調査した。木曽御嶽山に関しては特に大きな変化はなく、活動が落ち着いていることを示している。阿蘇山カルデラ内部の一部の温泉では、2025年11月25日にカルデラ近傍を震源として発生した地震（M5.8, 深さ9 km）の前後でヘリウム同位体比が変動した可能性があり、今後の観測データと比較して火山・地震活動との関係を調査する予定である。また昨年度に引き続き北海道の十勝岳および雌阿寒岳で採取された噴気ガスのヘリウム分析を行ない、火山の活動度を調査した。韓国や台湾の研究者と活発に共同研究を行ない、その成果を論文として報告した。昨年度までに得られた木曽御嶽山のデータを基に火山活動の変動を解析し、学会で発表した。また火山活動ではないが、地下水のヘリウム同位体の継続的調査が地震活動のモニタリングに役立つことを示して論文として報告した。これは火山活動のモニタリングにも応用できる成果である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

木曽御嶽山と阿蘇山はこれまで定期的に観測してきた火山であり、今年度も同様の観測を行なうことができた。分析で得られた化学成分のデータは、火山活動度の時間変動の解明に役立てることができ、化学成分で噴火が切迫していることがわかれば災害の軽減につなげることができる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kagoshima, T., Y. Sano, N. Takahata, Y. Kawamoto, T. Shibata, Y. Li, T. Morishita, Y. Hiramatsu and J. Nakajima, 2025, Helium isotope anomaly in groundwater prior to the 2024 Noto Peninsula earthquake, Nature Comm., 16:10414, doi:10.1038/s41467-025-65717-9, 査読有, 謝辞無

Chen, A.-T., H.-F Lee, Y. Sano, N. Takahata, T. Kagoshima, Y.-C. Lai, C.-H. Lin, C.-H. Lo, 2025, Temporal evolution of hydrothermal system in the Tatun volcano group: Insights into potential volcanic activity, ACS Earth Space Chem., 9, 2466−2483, doi: 10.1021/acsearthspacechem.5c00233, 査読有, 謝辞無

Lee, H., W. Lee, M.J. Lee, Y. Lee, J. Park, H. Cha, N. Takahata, Y. Sano and T.P. Fischer, 2025, Diffuse soil degassing in hydrothermal areas of Mt. Melbourne, Antarctica: Insights for the understanding of cryovolcanism on Earth, ACS Earth Space Chem., 9, 2092−2101, doi:10.1021/acsearthspacechem.5c00099, 査読有, 謝辞無

Kim, H., J. Hong, W. Kim, J. Kim, G. Kim, U. Tsunogai, N. Takahata, Y. Sano and H. Lee, 2025, Emissions of mantle helium and abiotic methane at newly discovered black smokers along the Central Indian ridge (12°S–16°S), Sci. Rep., 15:45736, doi:10.1038/s41598-025-32674-8, 査読有, 謝辞無

Lee, W., H. Lee, H. Kim, J.-H. Song, J. Hong, J. Park, H. Jung, J. Lee, N. Takahata, Y. Sano, T.P. Fischer, 2025, Water and gas geochemistry of springs in Ulleungdo volcano, South Korea: Implications for degassing of upper mantle-derived volatiles in Northeast Asia, J. Hydro., 647, 132286, doi:10.1016/j.jhydrol.2024.132286, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Kagoshima, T., Y. Sano and N. Takahata, 2025, Temporal variations of gas geochemistry at Mt. Ontake after the 2014 eruption, 日本地球惑星科学連合2025年大会, AHW23-03

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：火山：地球化学：採水
概要：木曽御嶽山において火山観測を実施した
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：長野県木曽郡御嶽山
調査・観測期間：2025/9/4-2025/9/5
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：火山：地球化学：採水
概要：阿蘇山において火山観測を実施した
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：熊本県阿蘇市阿蘇山
調査・観測期間：2025/12/18-2025/12/20
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：火山：地球化学：採水
概要：阿蘇山・雲仙岳において火山観測を実施した
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：熊本県・長崎県阿蘇市・島原市阿蘇山・雲仙岳
調査・観測期間：2025/6/2-2025/6/4
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

本年度に引き続き、阿蘇山などの活動的な火山の観測を行なう。得られた試料のヘリウムなどを分析して、火山活動を反映すると考えられるデータを収集し、活動度を評価する。これまで観測を行なってきた火山については、新たに得られたデータと過去のデータとを比較することによって火山活動の変動を評価する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

小畑元（東京大学大気海洋研究所）, 高畑直人（東京大学大気海洋研究所）
他機関との共同研究の有無：有
鹿児島渉悟（富山大学）, 佐野有司（高知大学海洋コア国際研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学大気海洋研究所国際・研究推進チーム
電話：04-7136-6009
e-mail：iarp@aori.u-tokyo.ac.jp
URL：http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：小畑元
所属：東京大学大気海洋研究所

令和７年度年次報告

課題番号：CBA_01

（1）実施機関名：

千葉大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）電磁気学的な各種先行現象の総合的研究

（英文）Comprehensive study of pre-earthquake electromagnetic phenomena

（3）関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(2) 首都直下地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

2023年度までの課題において、地球磁場変動や電離圏電子数変動などの地球物理観測データの統計解析により地震との有意相関性や地震前兆性を示す現象の存在が明らかとなってきた。しかし、単独の現象の解析では、現実的な予測の点からは合格点には至っていない。そこで本計画では、2023年度までの課題に加えて、機械学習(AI)やデータ同化などの技術を用いて、地球観測ビッグデータの波形解析・特徴量分析を実施し、地震準備過程を精度よく把握・理解するとともに、地震前兆に関する情報をタイムリーに必要な品質で精度よく抽出し、マルチパラメータを入力とするデータ駆動型の地震発生確率数理モデルの構築に資する研究を実施する。具体的には点過程を仮定したEpidemic Type Aftershock Sequence (ETAS) を手本とする発生確率予測モデルにさまざまな地震前兆現象を組込んだ新しい地震予測手法の確立を目指す。有望な予測パラメータ調査も引き続き実施し、特に電離圏電子数変動の准リアルタイム解析・可視化システムの開発とラドン散逸量（地中フラックス）のネットワーク観測とリアルタイム解析技術の開発を実施する。また自前の観測データ以外に、前述のモデルに組み込む既存の他機関データ（GNSS-TEC等）の活用や、中国、台湾、米国、イタリア、ロシア、インド等の研究者とも協力し、国際的に短期地震予測研究を推進する。さらに、電磁気学的な先行現象発現メカニズムについて、室内実験等でいくつかの仮説について観測量を定性的・定量的に説明できるかについて検証を試みる。

（6）本課題の５か年計画の概要：

研究内容は、2019-2023年度に実施した課題のCBA_01の(1)地震に伴う電磁気現象を正確に捕捉する複合観測とデータ蓄積、(2)データ解析法の確立（信号弁別や時系列データ処理などの信号処理法や統計的評価法の開発）、(3)室内実験やモデルによる地震電磁気信号発生の物理機構解明、(4)電磁気学的、力学的、地震学的データとの関連性評価に資する研究に加えて、下記を遂行する。ア)地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの構築と応用、イ)AI・機械学習による地震前兆情報抽出とその発生機構の検討、ウ)国際ワークショップの観点を増強し、複数の地球物理学的前兆情報を組込んだ

包括的な地震予測確率数理モデルの構築を目指す。具体的には、下記のとおりである。

[1]. 観測（現行の(1)の継続）：全期間

・ULF帯、VLF帯、VHF帯電磁場観測を維持、短期予測に資するデータ収集（期間全体）。

・地圏―大気圏―電離圏結合の観測学的研究のための観測装置の開発

地震に先行するTEC異常の発生原因の１つと考えられている電場異常について観測学的に検証可能な装置を開発する。地中および地表付近のRn濃度やＬＦ帯大気電場等を測定する。着手（初年度）、テスト観測（2-3年度）、定常観測（3-5年度）の予定。

短期的な先行現象として統計的有意性を示した地磁気3成分観測およびVLF帯パルス電磁波の観測、さらに北海道大学、千葉大学、群馬大学を中心に行われてきたVHF帯放送波の散乱観測を継続する(ただし機材の更新は困難)。また、電離圏電子数変動（GNSS-TECデータ、イオノゾンデデータ）など、衛星熱赤外異常の解析を継続して実施する。いずれの観測項目でも、観測網を良好に維持し、事例を積み重ねる。本グループでは地震に先行する電離圏電子数変動や気象衛星ひまわりで観測された熱赤外温度異常について、統計的な有意相関とReceivers Operating Characteristics (ROC)的解析による前兆性を報告しているが、因果関係は未解明である。これらの原因の１つとして地震前の地中からの放射性ラドンガスの異常放出による地圏-大気圏-電離圏結合が提案されている。一方、地震活動に伴うラドン変動は1995年神戸地震の際に神戸薬科大学のYasuokaらが大気ラドン濃度の上昇を、および産総研のIgarashiらが地下水ラドン濃度の上昇を報告している。また、活断層直上でラドン濃度が増加することも報告されている。

そこで、特に[3]と連携し、地中ラドンflux計測のネットワーク観測システムを開発し、ラドンの地表への散逸量変動などの地表変動や地殻応力（歪）との関係の調査等に資するデータを蓄積する(南東北・能登・台湾等が候補地)。地中ラドンfluxは大気ラドン濃度よりも大気による拡散の影響や遠方由来の影響が小さく、その場の感度が高い。地下水ラドン濃度の観測は観測井が必要となり一般にコストがかかる。大気ラドン濃度の変動は別グループで研究されているが、大気ラドン濃度の変動と地震との関係を証明するためには、地中からのラドン放出異常とそれに続く大気ラドン濃度変動の観測学的な実証も必要で、彼らとの連携も期待できる。我々は、地中ラドン濃度、大気ラドン濃度、気象要素の予察的試験観測を行い、マルチチャンネル特異スペクトル解析によって気象由来の変動を弁別することで、地中から大気へのラドンfluxの推定およびflux変動と地殻変動との関係を調査してきた。その結果、ラドンfluxとGNSSによる地表歪との相関を示唆する結果を得た。そこで、地震活動が活発な地域において自動ネットワーク観測を実現すべくシステムの開発を実施する。気象等によるラドン変動の要因をマルチチャンネル特異スペクトル解析で弁別し、ラドンfluxが推定でき、複数観測点のデータをルーチン的に管理できるシステムを開発する。設置場所は地震活動と冬季の気候を考慮し、北関東・南東北あるいは積雪の少ない地域にて3点観測を実施し、システムの検証を行うとともに、地震や地殻変動によるラドン異常を観測学的に研究する。また、電離圏電子数変動ではその変動の自動解析と電離圏トモグラフィーによる3次元構造推定の準リアルタイム化も検討する。

[2]. 地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの開発と応用（現行の(2)(4)の発展版）：

・VHF帯観測データについては、予測マップを作成し、統計的な評価を実施する。またリアルタイム解析システムを開発（1-5年度を予定）。

・GNSS-TEC解析では、数日前の日変化パターンについては、準リアルタイム解析システムを開発（1-3年度）。

・イオノゾンデデータの解析による電離圏電子密度変動の準リアルタイム解析システムの開発（1-3年度）。

・電離圏トモグラフィーによる電離圏電子密度変動の連続可視化と変動予測システム構築（1-4年度）。準リアルタイムシステム構築（5年度）

・新規観測パラメータの統計的有意性や前兆性評価の検証（随時）

・電磁気学的，力学的，地震学的データとの関連性評価（随時）

・各種パラメータの組み合わせによる予測成功確率の変動の調査（随時）。

・海外で報告されている衛星観測データ地震前兆現象の検証に着手する（衛星熱赤外データ（TIR：ひまわりやLEOデータなど）、In-situプラズマ計測データ/電磁場データSWARM衛星、中国張衡1号など：初年度～）。統計的有意性や前兆性評価の検証（2年度～）

・slowslipに関する電磁気データの検討開始（1-5年度）
・b値や歪データ等と電磁気データの比較検討（1-5年度）
・個別の地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの開発・評価（1-5年度）
・複数の地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの開発・評価（3-5年度）
・時空間地震予測確率数理モデルの検討（3-5年目）

機械学習 (AI) やデータ同化等のビッグデータ解析技術を駆使した新しいデータ解析手法の開発と高精度観測データの充実により、地震準備過程で発生する弱い変化の前兆情報の検出精度を大幅に向上させ、複数の地球物理学的前兆情報を組込んだ包括的な地震予測確率数理モデルを構築する。上記に示したデータ解析（統計的有意性やROC解析等）や新しいでデータ解析手法の開発については、従来通り継続して実施する(令和6年度から令和10年度)。地震発生予測に関して、現在世界で最も優れた確率数理モデルはETASモデルである。ETASモデルは点過程モデルで、地震カタログを分析して、地震の背景レートと地震の自己励起による発生予測情報から地震（余震）発生確率の時間変化を予測する。本計画では、ETASの点過程モデルの条件付き強度の加法性を利用して、地上または衛星観測された前兆異常による予測情報を外部励起部分として追加した包括的な地震予測モデルを構築する。各種前兆現象のカーネル関数は前兆現象の特徴に応じて個別に開発する。前兆現象として、地上観測データ（ULF電磁場、ELF/VLF/LF電磁場、GNSS電離圏電子数変動、イオノゾンデ電離数電子変動、地震活動度、GNSS地表変位、ラドン濃度等）、衛星観測データ（衛星熱赤外変動（HimawariやMODIS等）、衛星電磁場、衛星高度電子数変動等）を調査する。前兆パラメータは固定せず、研究の進展に応じて、追加や削除が可能なopenシステムとするが、地震活動との統計的ROC的解析による前兆性が追加の条件である。まずは、統計的有意性や前兆性が担保されているULF磁場変動、GNSS電離圏電子数変動、衛星熱赤外変動について高精度時変モデルを開発し（令和6年度から3年間程度）、時空間へ拡張する（令和9年度から2年間程度）。また、短期予測精度の向上はROC解析にてAUC(Area Under Curve)が左上方向を通過する曲線に改善されることでもある。従来は個別パラメータについて調査してきたが、複数パラメータを用いたAUCの改善も試みる。

[3]．AI・機械学習による地震前兆情報抽出とその発生機構の検討（現行の(2)(3)(4)の発展版）：
[2]で同定された地震前兆変動について、AI・機械学習で自動検知できるシステムを必要に応じて構築し、リアルタイム監視に向けた調査を行う。また、室内実験や計算機実験等を行い、先行現象の発現・伝搬メカニズムの理解を進める。
・AI・機械学習による地震前兆情報抽出手法の検討とアルゴリズム構築（1-3年目)
・AI・機械学習による地震前兆情報抽出アルゴリズムの評価（4年目)
・AI・機械学習による地震前兆情報抽出アルゴリズムの実装（5年目)
・AI・機械学習による地震前兆情報抽出アルゴリズムの高度化（3-5年目)
・地震前兆情報の発生機構の検討（1-5年目)
・地殻電磁場発生モデルの構築と電離層電子密度変化のシミュレーションを実施し、地震前・地震動や津波によるのTEC異常現象の物理の解明を行う（1-5年度）。
・水槽実験や岩石破壊実験、計算機実験等でelectrokinetic（地下流体の流動による電流励起）による電磁現象の発生について検討する（1-5年度）。

新規に実施する主な事項は、数理モデルに組込む、地震活動との統計的有意性およびROC的解析による前兆性が担保されたパラメータは、地震準備過程で生じる特異な変動を検知している可能性が高い。前兆現象の波形、周波数、振幅、発生時間・場所等の特徴を詳細にかつ定量的に分析・評価し、深層学習やAI技術を用いた異常検知の実時間処理を検討する。これらのデータは前兆現象の発生機構（地震準備過程）の解明に資する。2002年10月および2007年8月の房総slowslipイベント時には、深夜に矩形電磁場変動が観測された。その波形の振幅や極性から地下に線電流源を仮定すると現象を説明でき、electrokinetic（地下流体の流動による電流励起）による電磁現象の発生を示唆している。岩石に圧力を印加すると、岩石中の流体の移動（electrokinetic効果）によって電流が励起され、類似した波形が記録される。同様な波形は地震前兆発生時にも観測されており、実際の観測データと室内岩石実験の結果と比較し、electrokineticモデルの妥当性（(1)地下応力変化により震源域から観測点近傍にて地下流動が発生、(2)それによる電磁場の発生、(3)観測点への伝搬、(4)多点観測された矩形波信号の振幅や継続時間等の特徴）をシミュレーション等で検討する。必要に応じて水槽に土層を敷詰め

水流を流す、水槽実験による検証も行う。また、電磁場変動とGNSS地表変位や歪、b値やラドンの地表への散逸量変動などの地表変動や地殻応力（歪）との関係も調査する。また、電離圏電子数変動ではその変動監視の自動化および準リアルタイム可視化を実施する。電離圏電子数層トモグラフィーによる3次元構造推定解析（発生メカニズム）も進める。

[4]．国際ワークショップおよび成果報告会の開催：

初年度、3年度、最終年度に国際ワークショップを開催する。また、年1回（例えば12月頃）に学会等のセッションも利用しつつ、成果報告会を実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

研究内容は、2019-2023年度に実施した課題のCBA_01の(1)地震に伴う電磁気現象を正確に捕捉する複合観測とデータ蓄積、(2)データ解析法の確立（信号弁別や時系列データ処理などの信号処理法や統計的評価法の開発）、(3)室内実験やモデルによる地震電磁気信号発生の物理機構解明、(4)電磁気学的、力学的、地震学的データとの関連性評価に資する研究に加えて、下記を遂行する。(5)地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの構築と応用、(6)AI・機械学習による地震前兆情報抽出とその発生機構の検討、(7)国際ワークショップの観点を増強し、複数の地球物理学的前兆情報を組込んだ包括的な地震予測確率数理モデルの構築を目指す。具体的には、下記のとおりである。

[1]．観測

2019-2023年度にCBA_01で実施した下記の項目について、保守点検、移設、新規設置等の観測を実施した。

・ULF帯、VLF帯、VHF帯電磁場観測を維持、短期予測に資するデータ収集
・地圏－大気圏－電離圏結合の観測学的研究のための観測装置の開発
・地中ラドン観測装置の開発と定常観測

Ｒ7 年度：四国・九州の観測点保守は3月に実施予定である。NTTのINS64回線廃止に関連して、対象となる観測点（房総・伊豆地域）の光通信・無線通信等への検討を実施した。光通信への変更過程で樹木伐採などが必要になる可能性がNTTより指摘され、地主等との調整を実施中である。ほかの観測点は概ね順調に稼働している。旭観測点に設置した地中ラドン観測器について、60 cmと100 cmの2つの異なる深さでの観測を継続している。また機器不良が発生し修理とWin11およびデータ収録装置の小型化への対応作業を実施した。容量性平板アンテナによるLF帯広帯域干渉計システムの開発について千葉大における連続観測と3点による干渉計観測の予察的な解析を実施した。

[2]．データ解析について

概ね順調に計画通り実施してきている。

A．ULF磁場データの地震前兆性に関する統計解析

昨年度に引き続き、統計的有意性、ROC的前兆性の評価を行っている。これらの結果は、地震電磁気現象を理解するのに役立ち、ULF 電磁アプローチに基づく予測モデルを改善することができる。この研究で提案された方法論は、予測方針を評価し、短期的な地震予測のために他の種類の測定を最適化するのにも役立つと考えている（Han et al., Entropy 2020）。また他の統計的有意性、ROC的前兆性が確認されたパラメータと合わせて、ETASモデルへの前兆現象の取込みについて引続き調査を行っている。具体的にはJpGU等の学会において、柿岡観測点のULF磁場変動について、これまでに報告した論文に基づいたROC調査を行い、予測すべき地震を選定し、そのための最適パラメータを決定し、hindcastを実施した結果を報告した。それを用いた地震予測をR5年度から研究室内で実施している。また本成果をETASモデル（世界最高の余震発生数理確率モデル）への前兆現象を同化・組込み、本震予測に挑戦している。

また宇宙天気が地球内部の応力場に影響を与え、ひいては地震発生に影響を与えるかどうかの影響をシフト近傍マッチング相関（SNMC）と呼ばれる手法を用いて、磁気嵐と地震の関係を調査した。約1世紀にわたる強力な磁気嵐と世界中のM7.5以上の地震のデータを分析し、異なる時間差をシフトさせることで、それらの関連性を検証した。その結果、強力な磁気嵐の約27～28日後に地震が増加することがわかった。二項分布確率とカイ二乗検定により、この結果は有意であることが確認された。

地震をランダム系列に置き換えると、SNMC法に基づく統計的有意性は低下することがわかった。大きな磁気嵐の27-28日後に地震が有意に増加することは、地磁気嵐現象の固有の特性であることを反映している（Chen et al., GRL 2025）。

B. 地中ラドン濃度解析

千葉県旭市、茨城県美浦にてα線を計測する地中ラドン濃度観測データの解析を継続中である。旭観測点において深さ60 cmと100 cmに地中ラドン計測装置を設置し、降雨や気象の影響、計算した地中ラドンフラックスの妥当性を検証している。これまでにラドンフラックスを求める手法を提案したが、2時間の降雨量が20 mmを超える場合に有意なラドンフラックスの増加があることがわかった（小島ら J. Atmos. Electr. 2020）。これが降雨による雨水の浸透による地中ラドンフラックス増加が原因であることを観測的に確認し、そのモデルを検討した（根本ら J. Atmos. Electr. 2021）が、新たに観測されたデータでは強い降雨とラドンフラックスとの間に有意な関係がない結果も得られており、降雨に関しては再検討が必要である。

また本機材についてWin10を基盤とする観測システムであったため、Win11を基盤とするシステムかつ小型化・省電力化を図った。新システムは台湾の中央研究院が運用している台湾東海岸の花蓮近郊の地球化学・地球物理総合観測点への設置を企画している（2025年9月の台風の影響で延期）。

C. 電離圏電子数変動の解析

（1）中国地震電磁気衛星（CSES-1）データ解析　中国・台湾等との共同研究

2018年2月2日に打ち上げられた中国の地震電磁気衛星（CSES-1）のIn-situ 電離圏電子数変動との変動について引き続き調査を行っている。

（2）Coseisimic / Preseismic（直前）電離圏電子数変動

2023年2月に発生したトルコ・カフラマンマラシュ地震（エルビスタン地震、マグニチュード7.6）について、トルコに設置されたGNSS受信機ネットワークのデータを利用し、電離圏におけるレイリー表面波の特徴を調査した。その結果、震源の南西方向に、衛星の視線方向では説明できない、著しく大きな電離層擾乱信号が検出された。これは地震計とGNSSの運動学的解析による地上観測によって、この地震は南西方向に強いレイリー波を放射したと考えられ、おそらくその方向における断層破壊の速度が極めて速いことを反映していると考えられる(Bagiya et al., GRL, 2025)。

また2008年中国四川地震の直前に震源地から北東約450～550kmの3か所で虹彩雲が観測された。これらの雲は、太陽直下に位置する断片的な虹のように見え、その寿命はわずか1～10分と短いことが特徴である。さらに、虹色領域内には縞模様が見られ、外部電場の影響を示唆していた。これらの特徴は、気象現象である環水平アークでは十分に説明できず、別の起源の可能性が示唆された。本論文では本震直前に断層系に沿って発生した電気擾乱が上方伝播し、電離層と相互作用することで局所的な電場を形成したというモデルを提案した。この電場が電気光学効果を引き起こし、太陽光の散乱を変化させ、巻雲に虹色模様を投影することで、観測された現象を説明した（Enomoto et al., Atmosphere 2025）。

（3）電離圏総電子数変動GNSS-TEC/GIM-TEC（地震の数日から数週間前）

電離圏総電子数の全球のグリッドデータであるGIM（Global Ionosphere Map）を用いたTEC解析（GIM-TEC）について、いくつかの事例解析と全球のM7以上について大規模地震の統計解析(2000-2024年)を実施した。GIMはCODEが公開しているものを使用した。緯度経度の分解能がそれぞれ2.5度および5度、時間分解能が1時間であるため空間分解能が粗い。日本地域についてGIM-TECとイオノゾンデの最大電子密度数NmF2の変動の準リアルタイム解析を実施し、研究室内で地震予測を開始した。

（4）津波による電子数変動の解析　台湾との共同研究

項目(6)で開発した線形正則化電離圏トモグラフィーを用いて2011年のM9.0東北地方太平洋沖地震に発震後の3次元構造を調査したところ、地震に伴い発生する主要な3種の大気波動（1. レイリー波起因のCIDs、 2. 震源由来の音響重力波、3. 津波由来の内部重力波）それぞれが、全く異なる垂直伝播特性を持つことを世界で初めて体系的に示した。具体的には、地震発生から約4分後に電離層に現れた音波パルスによる円形の擾乱を検知した（従来の2次元手法よりも6分早く検知）。このことは、3次元

再構成技術が地震による大気の応答をより早期に捉えられることを実証している。さらに研究グループは、音波の速度が高度によって異なること、地磁気の傾きが、音波が上層大気に伝播するかどうかに影響を与えることを発見した。また、地震発生から約40分後、津波によって発生した内部重力波が遠方で逆円錐状の擾乱を形成し、その位相が下向きに伝播していることも観測した。これは大気重力波の理論的特性と一致している。これらの微細構造を3次元的に鮮明に示した例は、世界初である（Song et al., Scientific Reports, 2025）。

また、台湾のCW-HFドップラー探査システムで記録されたドップラー周波数シフト（DFS）が用いて2000年から2022年にかけて台湾近海で発生したM5.5以上の地震波によって引き起こされた地震伝播性電離層擾乱（STID）を調査した。2022年9月18日発生のM6.8台東地震によって誘発されたDFSにおいて、初めて顕著なSTIDを観測した。このSTIDを詳細に調査するため、CW-HFドップラー探査システムの9つの受信局ネットワークで記録された5つの探査周波数のDFS（震源分布）と、地上設置型GPS受信機35台から得られた全電子数（TEC）、イオノグラム、地震記録を併せて検証した。その結果、6.1 MHz探査周波数のDFSとTECにおける重要なSTIDの水平速度は、それぞれ1.4 km/sと1.3 km/sであることが示された。5つの探査周波数のDFSから、反射高度が高度約160～225 kmである地点で、音速0.72 km/sで上向きに伝播すると推定された。さらに、2022～2023年に台湾近海で発生した上位9つの地震に関連するDFSを検証した結果、近距離観測においては、地震の規模に加えて、地震の震度がSTIDの発生に重要な役割を果たすことがわかった（Liu et al., JGR SP, 2025）。

（5）イオノゾンデ統計解析

近年、地震に先行する電離圏電子数異常の報告が多くされている。例えば、Kon et al., 2011では、日本上空における電離圏総電子数(TEC)は浅いM>6の地震1-5日前に正の有意相関があることを示した。しかし、GNSSデータは1990年代以降しか存在しない。そこで、1958年以降の長期にわたるデータの存在する地上の電離圏観測機器であるイオノゾンデに注目し、電離圏の最大電子密度（NmF2）とその高度（hmF2）について地震との相関解析を行った。NmF2について前15日間の中央値と四分位範囲（IQR）を用いて、観測値が中央値+1.5IQR、または中央値-1.5IQRを超える場合、異常と定義した。さらに、Molchan’s Error Diagram（MED）解析を適用し、地震前後45日間のNmF2の前兆性の評価も実施した。地震のマグニチュードが大きく、観測点に震央距離が近く、浅い地震ほど統計的有意性や前兆性が高くなることがわかった。30日以前の有意性についても認められたが、孤立地震についてはその影響が小さくなる傾向があることがわかった。今年度は特に地磁気嵐の影響を除去する手法の開発に取組んだ。具体的には、地磁気嵐を開始時刻・規模・季節に基づいて分類し、各クラスでのNmF2異常を調査した。その結果、正・負の異常で発生タイミングに違いが認められた。異常の発生は開始時刻や規模や季節に依存することが示唆される(Sasanuma et al., 投稿準備中)。地磁気嵐の影響を除去したうえでNmF2異常の地震前兆性を再評価したところ、前兆性の改善を示した。

（6）電離圏トモグラフィーによる電離圏電子密度変動の可視化と変動予測

地震に先行する電離圏電子数の発生物理メカニズムは未解明である。物理機構を推定するために、電離圏電子分布の3次元構造を理解することは重要である。Hirooka et al.,2012では、擾乱電離圏に適用可能な、ニューラルネットを用いた非線形電離圏トモグラフィーを開発し、GEONETデータに適用してきた。しかし、この手法は夜間にTECデータのSN比が低下すると電子密度分布の推定が不安定となる欠点があった。地震先行電離圏異常は昼夜問わず継続的に発生している。したがって、電離圏電子分布の継続的な再構成が可能な電離圏トモグラフィーの開発した
（Song et al., JGR SP 2021）。R6度までの研究において、Phillips-Tikhonov正則化法が有効であることがわかった。電離圏擾乱時にこの3次元密度分布を適切に連続的かつ準リアルタイムで再構成することが可能なトモグラフィー手法を引き続き開発中である。

D．大気圏熱赤外異常解析　気象衛星ひまわりデータの解析　イタリアとの共同解析

本研究成果をまとめた N. Genzano, C. Filizzola, K. Hattori, N. Pergola, and V. Tramutoli, Statistical correlation analysis between thermal infrared anomalies 1 observed from MTSATs and large earthquakes occurred in Japan (2005－2015),
J. Geophys. Res. SE, 126, e2020JB020108, 2021, doi:10.1029/2020JB020108 がJGR2021-2022のtop cited articleに選出された。
2026年1月現在、top10%論文となっている。

昨年度に引き続きひまわり8-9号については、2018年新燃岳の溶岩噴出を例に、火山活動に伴う温度異常、特に溶岩流出や溶岩ドーム形成に関連する温度異常を検出するアルゴリズムの開発を行っている。具体的には、地殻変動観測衛星ひまわり8号に搭載された高時間分解能センサAdvanced Himawari Imager（AHI）の赤外データを用いて、2018年の新燃岳火口周辺の地表温度の時空間統計解析を行った。雲判別手法や地表面温度変化の特性について、精緻化・高度化した結果、夜間だけでなく太陽光のある日中も含めた10分間サンプリングの輝度温度データを用いて、最初の火山噴火の数時間前に高い特異点異常を検出できることを示した。ひまわり8号の輝度温度データが火山溶岩活動の監視や溶岩流出の迅速な検知に有効であることが示唆された（北出ら, JAE, 2026）。現在雲判別の客観化に取組んでおり、北出らより雲班別の精度が上がり、最初の温度異常を検知する時間も早くなっていることを確認している。また、第3世代静止気象衛星はひまわり8/9号AHIと同じセンサを搭載しており、米国、欧州、中国などの衛星と連携させることで全球をカバーする解析が可能となる。今後は、本研究のアルゴリズムをこれらの衛星データにも適用し、全世界の活火山を対象とした地表面温度異常の常時監視体制の構築を目指す。また、地震前兆的温度異常や森林火災などへの応用も展開していく予定である。

E．中国の孔内歪計データの解析（中国・吉林大学との共同研究）、および地震統計解析（中国南方科技大等との共同研究）

Yu et al. (2021) は、中国西部の孔内ひずみ計7点を利用したネットワーク結合度（NetworkDegree）の解析を実施し、地震発生前の統計的に有意な先行異常を検出した。この成果は、ひずみのネットワーク解析が地震準備過程における異常を捉える手法として有効であることを示唆している。しかし、日本国内のひずみ計は設置地域や数が限定的である。そこで本研究では、全国約1300点を有する国土地理院の高密度GNSS観測網（GEONET）を活用し、「疑似ひずみ計」ネットワークを構築する。本稿では2016年熊本地震を対象事例とし、同ネットワークの時空間変動解析を通じて、疑似ひずみ計ネットワークによる地震前兆検知手法の有用性を検証した。本研究では、近接する4つのGNSS観測点を1つの単位とし、2つの基線の交点に疑似的なひずみ計が位置すると定義した。九州地方に設置されたGNSS観測点に基づき疑似ひずみ計ネットワークを構築し、2016年熊本地震を対象として、次数およびネットワーク結合度の時空間解析を行った。その結果、2016年熊本地震（本震 M7.3、前震 M6.5）において、地震発生と同期した次数およびネットワーク結合度の有意な上昇を確認した。さらに、本震発生に対する先行現象の有無について検討したところ、X方向（南北成分）では約1～2か月前、Y方向（東西成分）では約7日前の段階で、震源付近の次数およびネットワーク結合度の有意な上昇が認められた。これらの上昇期において、指標に影響を与えるような顕著な地震活動は確認されず、変動が地震発生によるものでなく、地震の前兆現象である可能性を示唆することがわかった。

F．VLF帯およびLF帯電磁放射の解析

LF帯の地震前電磁放射については多くの報告があるが、その多くは狭帯域パルスの強度に関するものであり、発生源の位置に関する議論は少ない。そこでLF帯広帯域干渉計の開発を進めている。昨年度までに、干渉計素子の開発が終了し、素子による連続観測を行っている。波形解析の予備的な結果、対地雷によるLF/VLF波形信号を正常に記録することがわかった。そこで、本年度はノイズとなる雷放電素過程の同定および除去を適切に行うシステムの構築を目的に次の2つのアプローチに取組んだ。1つ目は単観測点で得られたデータから機械学習を用いて特徴が既知である雷放電電磁パルスを同定および除去するアプローチである。特徴量パラメータ40個から5種類の雷放電素過程（PB，K-event，RS，CCD，遠隔雷）に分類するランダムフォレストを構築した。その結果、90％以上の精度での分類が可能であることがわかった．また2023年5月の観測データに本モデルを適用し，その分類結果を考慮したパルス数変動調査（ランダムフォレストにおける最大分類確率が0.50未満のものを地震に関連している可能性があるunknown信号とする）を行った。その結果、約90%のパルスが既知の雷放電ノイズとして同定・除去でき、1時間当たりのunknownパルス数の平均+2σを超える異常増加を計34時間検出した。ある時間帯のUnknown波形を精査したところ，一部を除き，特徴が既知の雷ノイズがほぼ除去できており，Unknown波形の典型例に関しても，妥当であることが確認できた。

次に干渉計素子を3観測点で同時観測した2024年8月1日～13日のデータについて、干渉計を用いて電磁波放射位置推定を行った。推定精度を評価するために、気象庁の雷観測システムLIDENのデータと比較した。対象とする波形は、位置推定したパルスのうち、機械学習によってCID、RSと判定され

たもので、干渉計内部で距離差が3.63km、干渉計外部100km以内では距離差30km、角度差が約5度、100 km以遠では距離差数百km、角度差が5度となり、干渉計内部では波源位置はほぼ同じ、干渉計外部100km程度までは方位推定に十分な精度があるといえることがわかった。今後は干渉計素子数を増加して精査する必要がある。以上のように地震に関連するVLF/LF信号の調査においてノイズとなる雷放電パルスについて、機械学習を用いた波形からの識別、干渉計を用いた時空間的な変化の検出をすることで弁別を可能とした。さらに、機械学習モデルによる分類・干渉計による位置推定を行ったデータ、気象庁のLIDENの雷放電位置データ、地震データを地理院タイルの上に可視化し、時空間的な分布を可視化できるシステムを構築した。

G．VHF帯の解析

昨年度に引き続き、見通し内VHF帯放送波の伝搬異常と地震発生の関連性の統計解析や中波（MF帯）のレイトレーシングによる伝搬機構の解析を実施した。

[3]．室内実験やモデルによる地震電磁気信号発生の物理機構解明

[4]．電磁気学的、力学的、地震学的データとの関連性評価に資する研究

[3][4]についてまとめて記す。前年度に引き続き、地下水動態の2次元および3次元シミュレーションによる界面動電現象モデルと水槽実験との比較検証、インターステーション変換関数法とマルチ特異スペクトル解析法を用いたノイズを除去する手法の開発を実施した。

[5]．地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの開発と応用（上記(2)(4)の発展）

これまでの地震予測研究は、地震カタログに基づく統計解析やプレート境界の長期的評価が中心であり、本震の短期予測は不可能とされてきた。その最大の理由は、「発生件数が限られる大地震に対して信頼できる予兆パラメータが確立していない」ことにある。本研究は、この壁を突破するために、統計的に有意な相関と前兆性が実証された観測データ(地球磁場変動・電離圏変動・衛星赤外異常など)を、世界最高水準のETASモデルに直接組み込むという新しいアプローチを提案する。従来のETASモデルは余震予測に強みをもっていたが、前兆現象を加えることで、世界で初めて「本震の短期予測」に挑戦する。この手法は、単なる予測モデルの改良にとどまらず、『地震準備過程の物理を前兆現象から解明する』という新しい学術分野を切り拓く創造的試みである。今年度は、ETAS統計モデルと地磁気異常データを統合（LinLinモデルを構築）し、過去データ(関東地方：2001-2010)について予察的に調査した。その結果、LinLinモデルは、M5クラスではあるものの地磁気異常の影響を受けた地震も予測できることがわかった。 KS統計ゲインおよび情報ゲインを含む残差解析の結果、LinLinモデルはETASモデルよりも優れた性能を示し、短期地震予測の精度向上に寄与する可能性を示唆した。

さらにULF磁気異常とCO異常という2種類の前兆現象を外部励起として時間ETASモデルに組み込み、2001から2010年の間に日本のKAK観測点周辺で発生したM☒　4.0の地震に適用した。提案したETAS + ULF + COモデルは、時間に依存しないポアソンモデルと比較して最大53.89の情報ゲインを達成した。一方、純粋な時間ETASモデルでは46.39のゲインしか得られなかった。ULF + COの外部励起は有意ではないが、複数の前兆現象が組合わされている場合、短期地震予測の性能向上に寄与できることが示唆された（Zhang et al, GRL, 2025）。

[6]．AI・機械学習による地震前兆情報抽出とその発生機構の検討（(2)(3)(4)の発展版）

[2]FのVLF帯およびLF帯電磁放射の解析において機械学習による既知の波形弁別に取組んでいる。

[7]．国際ワークショップ等の企画

a. JPGU における国際セッションInterdisciplinary studies on pre-earthquake processes（幕張メッセ、2025年5月25日、講演数：口頭18件、ポスター12件）
b. 9th Int’l Workshop on Earthquake Preparation Process（千葉大学、2025年5月27日- 28日、講演数：口頭29、ポスター17件、参加者約70名（海外からの参加者45名））
c.第75回地震電磁気セミナー（千葉大学（hybrid形式）、2025年8月22日）、講演数：口頭発表1件、参加者数約15名、うち海外からの参加者2名)

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

Chen H., P. Han, J. Zhuang, K. Hattori, M. Miao, K. Hu, and T. Tao, 2025, On solar-terrestrial interactions: correlation between intense geomagnetic storms and global strong earthquakes, Geophys. Res. Letts, 52(6), e2024GL108590, doi: 10.1029/2024GL108590, 査読有, 謝辞無

Liu JY., TH. Kao, YC. Chen, J. Chum, WY. Chang, BS. Huang, J. Urbář, K. Hattori, YX. Hao, IC. Yang, CH. Lu, and YC. Chang, 2025, Doppler Frequency Shifts Associated With the 18 September 2022 M6.8 Taitung Earthquake Observed by Local CW-HF Doppler Sounding Systems in Taiwan, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 130(9), doi: 10.1029/2025JA033876, 査読有, 謝辞無

Chang Y., R. Wang, P. Han, J. Wang, M. Miao, Z. Zeng, W. Wu, C. Jiang, L. Meng, H. Shi, and K. Hattori, 2025, b-Value Evaluation and Applications to Seismic Hazard Assessment, Entropy, 27(9), 958, doi: 10.3390/e27090958, 査読有, 謝辞無

Song R., K. Hattori, X. Zhang, JY. Liu, and C.Yoshino, 2025, A case study of the three-dimensional co-seismic ionospheric disturbance evolution, Scientific Reports, 15(42209), doi: 10.1038/s41598-025-26074-1, 査読有, 謝辞有

北出明嗣, 金子柊, 吉野千恵, 服部克巳, 佐伯奎吾, 2026, AHIデータを用いた火山溶岩活動検知：2018年新燃岳の溶岩噴出活動の予察的結果, Journal of Atmospheric Electricity, Vol.45, 54-63, doi: 10.1541/jae.45.54, 査読有, 謝辞無

Yu Z., X. Jing, M. Yang, J. Zhang, K. Zhu, D. Marchetti, K. Hattori, and H. Zheng, 2026, A Review of Earthquake Precursor Anomaly Extraction Techniques for Geophysical Time Series Observations, Surveys in Geophysics, doi: 10.1007/s10712-026-09927-w, 査読有, 謝辞無

Zhang Y., R. Wang, H. Shi, M. Miao, J. Zhuang, Y. Chang, C. Jiang, L. Meng, D. Li, L. Liu, Y. Su, Z. Zhang, and P. Han, 2025, Earthquake Forecasting Based on b Value and Background Seismicity Rate in Yunnan Province, China, Entropy, 27:205, doi: 10.3390/e27020205, 査読有, 謝辞無

Chen H., P. Han, J. Zhuang, K. Hattori, M. Miao, K. Hu, and T. Tao, 2025, On solar-terrestrial interactions: Correlation between intense geomagnetic storms and global strong earthquakes, Geophysical Research Letters, 52:e2024GL108590, doi: 10.1029/2024GL108590, 査読有, 謝辞無

Yang X.-H., P. Han, J. Zhuang, Y. Zhou, G. Bai, R. Li, W. Zhang, and X. Chen, 2025, Identification of Higher-mode Numbers in Dispersion Curves for Rayleigh Wave Inversion, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 63:4506713, doi: 10.1109/TGRS.2025.3589016, 査読有, 謝辞無

Guo Y., J. Zhuang, G. Yin, and H. Zhang, 2025, Statistical Characteristics of Seismicity Correlated With Crustal Fluids in the Noto Region, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130:e2025JB031544, doi: 10.1029/2025JB031544, 査読有, 謝辞無

Zhang Y., J. Zhuang, K. Zhu, P. Han, H. Chen, C. Zhan, W. Li, and Y. Niu, 2025, Incorporating Non-Seismicity Precursors into Earthquake Probabilistic Forecasting Model, Geophysical Research Letter, 52:e2025GL117972, doi: 10.1029/2025GL117972, 査読有, 謝辞無

Diba, D., H. Song, M. Uyeshima, and Y. Usui, 2025, Three-dimensional magnetotelluric inversion with structurally guided regularization constraint, Phys. Earth Planet. Int., doi: 10.1016/j.pepi.2025.107333, 査読有, 謝辞無

Usui, Y., M. Uyeshima, S. Sakanaka, Y. Yamaya, Y. Ogawa, M. Ichiki, Y. Honkura, and H. Kuroki, 2025, Crustal fluids and their relation to seismic activities in the Nikko-Ashio area of

Northeastern Japan inferred by electrical resistivity imaging, Tectonophys., doi: 10.1016/j.tecto.2025.230958, 査読有, 謝辞無

Varotsos, P. A., N. V. Sarlis, and T. Nagao, 2024, Complexity measure in natural time analysis identifying the accumulation of stresses before major earthquakes, Scientific Reports, 14:30828, doi: 10.1038/s41598-024-81547-z, 査読有, 謝辞無

Bagiya, M., H. Paul, S. K. Rajewar, V. K. Gahalaut, and K. Heki, 2025, Strong Rayleigh wave radiation toward southwest from ionospheric observations of the Elbistan earthquake of the 2023 Kahramanmaras, Turkiye, doublet, Geophys. Res. Lett., 52, e2024GL112923, doi: 10.1029/2024GL112923, 査読有, 謝辞無

Enomoto, Y., K. Heki, T. Yamabe, and H. Kondo, 2025, Unusual iridescent clouds observed prior to the 2008 Wenchuan earthquake and their potential link to preseismic activity, Atmosphere, 16(5), 549, doi: 10.3390/atmos16050549, 査読有, 謝辞無

Heki, K., 2026, Origin of the ionospheric changes immediately before the 2022 January 15 eruption of the Hunga-Tonga Hunga-Ha’apai submarine volcano, Atmosphere, 17(1), 30, doi: 10.3390/atmos17010030, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Hattori K., Y. Ota, C. Yoshino, and N. Imazumi, 2025, Construction of a VLF/LF band interferometer using a capacitive circular flat-plane antenna and discrimination and identification of observed VLF/LF band signals by machine learning: Preliminary results, EGU General Assembly 2025, EGU25-10447

Han P., R. Wang, M. Miao, C. Zhao, R. Lu, H. Lei, M. Yao, J. Zhuang, Q. Huang, and K. Hattori, 2025, Stress-informed ETAS model and its application toreservoir earthquakes, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS09-04, Invited

Li W., K. Hattori, C. Yoshino, and J. Zhuang, 2025, Integrating Seismo-Magnetic Anomalies and the ETAS Model for Earthquake Precursors: A Case Study in the Kanto Region, Japan, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS09-06

Song R., K. Hattori, C. Yoshino, and JY. Liu, 2025, The 3-D ionospheric Ne disturbances prior to M9.0 Tohoku-Oki Earthquake on March 11, 2011, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS09-10

Sasanuma C., S. Mitsuishi, C. Yoshino, K. Hattori, and JY. Liu, 2025, Study on an optimal short-term earthquake forecast using long-term ionosonde data 1958-2024, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS09-P03

Enomoto K., C. Sasanuma, C. Yoshino, and K. Hattori, 2025, Statistical Analysis of Ionospheric Total Electron Content Anomalies Associated with large earthquakes (M>7) in globe during 2000-2024 Using GNSS Data, 日本地球惑星科学連合2025年大会MIS09-P04

Ota Y., K. Hattori, K. Miura, T. Ono, C. Yoshino, and N. Imazumi, 2025, A novel LF/VLF signal discrimination using random forest and interferometer approaches; identification of lightning discharge and possible seismo-EM signals, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS09-P05

Noda Y., K. Hattori, Y. Fujinawa, J. Najima, and C. Yoshino, 2025, New Developments in Crustal Deformation Research Using Pseudo-Strain Gauges with GNSS Data, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS09-P06

Kaneko S., T. Mogi, C. Yoshino, and K. Hattori, 2025, A development of noise reduction method for ULF band electromagnetic data using Multi-channel Singular Spectrum Analysis (MSSA) (4), 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS09-P10

Hattori K. and J. Tetuko Sri Sumantyo, 2025, Creation of AI disaster mitigation sustainable studies, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS09-P12

Li W., C.Yoshino, K. Hattori, and J. Zhuang, 2025, Incorporating Seismo-Magnetic Precursor Anomalies into ETAS Model for Earthquake Forecasting, 9th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP9), O09&P12

Ariizumi H., K. Hattori, and C. Yoshino, 2025, Monitoring groundwater flows with using 3D selfpotential tomography, 9th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP9), O15&P10

Sasanuma C., S. Mitsuishi, C. Yoshino, K. Hattori and JY. Liu, 2025, Statistical significance and Molchan’ s Error Diagram analyses for long-term Ionosonde data from 1958-2024 at Kokubunji, Japan, 9th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP9), O16&P11

Song R., K. Hattori, X. Zhang, JY. Liu, and C. Yoshino, 2025, The three-dimensional ionospheric electron density disturbances following the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake in Japan, 9th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP9), O18

Chen H., P. Han, and K. Hattori, 2025, Seismo-geomagnetic precursor signal recognition based on a novel high-precision interstation transfer function method, 9th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP9), P01

Hattori, K., C. Sasanuma, C. Yoshino, R. Song, and JY. Liu, 2025, Statistical Analysis and Assessment of Ionospheric Electron Density (NmF2) Anomalies Preceding Earthquakes in Japan, Int. Sympo. on Earthquake Forecasting to Commemorate the 50th Anniversary of the 1975 Haicheng M7.3 Earthquake (HCEQ2025), oral

Chen, H., R. Wang, J. Zhuang, Q. Huang, K. Hattori and P. Han, 2025, Earthquake Modeling Incorporating Physical Observations, Int. Sympo. on Earthquake Forecasting to Commemorate the 50th Anniversary of the 1975 Haicheng M7.3 Earthquake (HCEQ2025), S05-29P

Hattori K., Y. Noda, C. Yoshino, Y. Fujinawa, and J. Najima, 2025, New developments in crustal deformation research using pseudo-strain gauges with GNSS data; Application to the 2016 Kumamoto earthquake (M7.3), Japan, Int. Sympo. on Earthquake Forecasting to Commemorate the 50th Anniversary of the 1975 Haicheng M7.3 Earthquake (HCEQ2025), S10-07P, Invited

Hattori K., A. Kitade, R. Tsutsumi, C. Yoshino, and N. Genzano, 2025, Monitoring and Forecast of Volcanic and Earthquake Activity through Spatiotemporal Analysis of Thermal Infrared Data, CAS Seminar at Institute of Earthquake Forecasting (IEF) and China Earthquake Administration (CEA), Inveted

Hattori K., 2025, Challenge to Short-term Earthquake Forecast, 吉林大学計測科学・電気工学部創立20周年記念学術講演会, oral, Invited

Hattori K., Y. Noda, and C. Yoshino, 2025, Crustal Deformation Research Using Pseudo-Strain Gauges with GNSS Data; preliminary study for the 2016 Kumamoto earthquake (Mj7.3), Japan, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting, oral

Hattori, K., C. Sasanuma, C. Yoshino, R. Song, and JY. Liu, 2025, Challenge to short-term earthquake forecast; Establishing a safe and secure society from earthquake and tsunami

disasters, The 10th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS), oral, Invited

Hattori K., C. Sasanuma, C. Yoshino, R. Song, and JY. Liu, 2025, Challenge to short-term forecast of geohazards; ˜ Establishing a safe and secure society from earthquake, tsunami, and volcanic disasters ˜, Guest Lecture at Graduate School at Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta, oral, Invited

Hattori K., C. Sasanuma, C. Yoshino, and JY. Liu, 2025, Statistical Analysis and Assessment of Ionospheric Electron Density (NmF2) Anomalies Preceding Earthquakes in Japan, 2025 PhotonIcs & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), oral

Song R., K. Hattori, X. Zhang, JY. Liu, and C. Yoshino, 2025, The Three-dimensional Ionospheric Electron Density Disturbances Following the 2011 M9.0 Tohoku-Oki Earthquake in Japan, 2025 PhotonIcs & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), oral

Hattori, K., C. Sasanuma, C. Yoshino, R. Song, and JY. Liu, 2025, Challenge to Short-term Earthquake Forecast, 2025 International Symposium on Earth and Space Environment Monitoring and its Application to Disaster Risk Reduction, oral

Liu JY., K. Hattori, and Y. Chen, 2025, Traveling Ionospheric Disturbances Triggered by the 29 July 2025 M8.8 Kamchatka Earthquake Observed in Taiwan and Japan, The 30th CEReS International Symposium & The 28th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, oral

Han P., H. Chen, K. Hattori, J. Zhuang, and Q. Huang, 2025, On Solar-Terrestrial Interactions: Correlation Between Intense Geomagnetic Storms and Global Strong Earthquakes, The 30th CEReS International Symposium & The 28th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, oral

Song R., K. Hattori, X. Zhang, JY. Liu, C. Sasanuma, and C. Yoshino, 2025, The Pre-Earthquake Ionospheric Anomalies and the Possible Coupling Mechanism Related to the M8.8 Kamchatka Earthquake on July 29, 2025, The 30th CEReS International Symposium & The 28th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, oral

Li W., C. Yoshino, K. Hattori, J. Zhuang, and P. Han, 2025, Incorporating GeoMagnetic Precursor Anomalies into ETAS Model for Earthquake Forecasting, The 30th CEReS International Symposium & The 28th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, P-128

Genzano N., A. Falconieri, K. Hattori, A. Higuchi, N. Pergola, and F. Marchese, 2025, Monitoring active volcanoes using Himawari-8 SWIR observations, The 30th CEReS International Symposium & The 28th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, P-210

Najima J., Y. Noda, K. Hattori, Y. Fujinawa, and C. Yoshino, 2025, Proposal of a New Strain Analysis Method Using GNSS Data, The 30th CEReS International Symposium & The 28th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, P-214

Liu W., C. Yoshino, K. Hattori, J. Zhuang, and P. Han, 2025, Statistical Modeling of Seismic? Geomagnetic Interactions Using an Extended ETAS Model with ULF Geomagnetic Anomalies, 日本地震予知学会 第12回学術講演会, 25-01, oral

笹沼千夏, 宋鋭, 吉野千恵, 服部克巳, 劉正彦, 2026, 電離圏電子数変動を用いた短期地震予測に関する研究-地磁気嵐の影響の除去について-, 日本大気電気学会第104回研究発表会, P1-1

名嶋純平, 野田洋一, 服部克巳, 藤縄幸雄, 吉野千恵, 2026, GNSSデータを用いた新しいひずみ解析手法, 日本大気電気学会第104回研究発表会, P1-2

佐伯奎吾, 北出明嗣, 金子柊, 吉野千恵, 服部克巳, 2026, ひまわりAHIデータを用いた溶岩噴出前の地表熱異常の検知, 日本大気電気学会第104回研究発表会, P1-3

小野拓海, 太田悠一郎, 服部克巳, 三浦健伸, 吉野千恵, 今住則之, 2026, VLF/LF帯干渉計で観測された

雷放電過程の機械学習による識別と放電位置推定, 日本大気電気学会第104回研究発表会, P4-6

服部克巳, 2026, 課題番号CBA_01 電磁気学的な地震先行現象の総合的研究, 「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第3次)」令和7年度成果報告シンポジウム, P1-43

Wang R., Y. Zhang, P. Han, H. Shi, M. Miao, J. Zhuang, Y. Chang, C. Jiang, L. Meng, D. Li, L. Liu, Y. Su, and Z. Zhang, 2025, Earthquake forecasting based on b value and background seismicity rate in Yunnan Province, China, 日本地球惑星科学連合(JpGU)2025年大会, oral

Wang, R., Y. Zhang, H. Shi, M. Miao, J. Zhuang, Y. Chang, C. Jiang, L. Meng, D. Li, L. Liu, Y. Su, Z. Zhang and P. Han, 2025, b-Value and Background Seismicity Rate Based Earthquake Forecasting in Yunnan, China, 海城地震50周年記念国際地震予測シンポジウム (HCEQ2025), oral

Zhang, Y., J. Zhuang, P. Han and K. Zhu ,2025, Incorporating Non-Seismic Precursors into Earthquake Probabilistic Forecasting Model, 海城地震50周年記念国際地震予測シンポジウム (HCEQ2025), poster

Zhuang, J., 2025, Earthquqke predictability and probability forecast, 12th ACES International Workshop, oral

Kamogawa M., M. Uyeshima, and C. Tsurudome, 2025, Geomagnetic Variations Originating from Acoustic Waves Excited by the 2011 Mw9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, AOGS2025 22nd Annual Meeting, SE21-A001, oral

Kamogawa M., M. Uyeshima, and C. Tsurudome, 2025, Various geomagnetic variations caused by acoustic waves excited by the 2011 Mw9.0 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting, oral

Motojima K., 2025, Equivalent sunset time delay on MF radio waves propagation prior to earthquakes, 9th International Workshop on Earthquake Preparation Process – Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP9), pp.32, oral

山口真一, 本島邦行, 2025, 見通し外MF帯放送波の伝搬異常と地震発生との関連性解析, 日本地震予知学会 第12回学術講演会, 25-07, oral

柏瀬修平, 本島邦行, 2025, STL分解を用いた見通し内VHF帯放送波の伝搬異常と地震発生の関連性解析, 日本地震予知学会 第12回学術講演会, 25-08, oral

Heki, K. and W. Zhan, 2025, Ionospheric changes immediately before the 2025/3/25 Myanmar eq., 9th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP9), oral, Invited

Heki, K. and W. Zhan, 2025, Did ionosphere change immediately before the 2025/3/25 Myanmar eq?, Int. Sympo. on Earthquake Forecasting to Commemorate the 50th Anniversary of the 1975 Haicheng M7.3 Earthquake (HCEQ2025), oral, Invited

日置幸介, M. Bagiya, and W. Zhan, 2025, GNSS-TECによる2025年ミャンマー地震とカムチャッカ地震の電離圏地震学的研究, 日本測地学会秋季講演会, oral

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

(1) 地震に伴う電磁気現象を正確に捕捉する複合観測とデータ蓄積

ラドン濃度観測について、台湾の共同研究者が花蓮地区に展開している地球化学総合観測点に千葉大学のラドン観測装置の予備機を設置し、共同観測を実施する予定である。

(2) データ解析法の確立（信号弁別や時系列データ処理などの信号処理法や統計的評価法の開発）

リアルタイムあるいは準リアルタイム処理化と自動処理化の検討。
(3) 室内実験やモデルによる地震電磁気信号発生の物理機構解明
(4) 電磁気学的、力学的、地震学的データとの関連性評価に資する研究
(5) 地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの構築と応用
ETASへのULF磁場変動や電離圏電子数変動などの前兆現象を融合させる研究の展開を加速させる。
(6) AI・機械学習による地震前兆情報抽出とその発生機構の検討
AI・機械学習による地震前兆情報抽出による波形検知等のアルゴリズム開発を加速させる。
(7) 国際ワークショップ
EGU、JpGU、AOGS、EMSEV等の国際会議におけるセッション企画開催およびIWEP10の開催。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

服部 克巳（千葉大学大学院理学研究院）, 佐藤 利典（千葉大学大学院理学研究院）, 津村 紀子（千葉大学大学院理学研究院）, 小槻 峻司（千葉大学国際高等研究基幹/環境リモートセンシング研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

庄 建倉（統計数理研究所）, 中谷 正生（東京大学地震研究所）, 上嶋 誠（東京大学地震研究所）, 小河 勉（東京大学地震研究所）, 梅野 健（京都大学大学院情報学研究科）, 鴨川 仁（静岡県立大学グローバル地域センター）, 本島 邦行（群馬大学大学院理工学府）, 井筒 潤（中部大学理工学部）, 長尾 年恭（東海大学海洋研究所 名誉教授）, 日置 幸介（北海道大学大学院理学研究院 名誉教授）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：千葉大学大学院理学研究院
電話：０４３－２９０－２８０１
e-mail：khattori@faculty.chiba-u.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：服部 克巳
所属：千葉大学大学院理学研究院

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

加藤尚之（東京大学地震研究所）, 毎田悠承（東京大学地震研究所）, 楠浩一（東京大学地震研究所）, 市村強（東京大学地震研究所）, 望月公廣（東京大学地震研究所）, 仲田理映（東京大学地震研究所）, 武村俊介（東京大学地震研究所）, 悪原岳（東京大学地震研究所）, 松島信一（京都大学防災研究所）, 西野智研（京都大学防災研究所）, 牧紀男（京都大学防災研究所）, 上田恭平（京都大学防災研究所）, 宮澤理稔（京都大学防災研究所）, 倉田真宏（京都大学防災研究所）, 森信人（京都大学防災研究所）, 西嶋一欽（京都大学防災研究所）, 伊藤喜宏（京都大学防災研究所）, 関口春子（京都大学防災研究所）, 長嶋史明（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

田中宣多（三重大学）, 芹川由布子（福井工業高等専門学校）, 前田匡樹（東北大学大学院工学研究科）, 松岡昌志（東京科学大学環境・社会理工学院）, 丸山喜久（千葉大学大学院工学研究院）, 中村友紀子（千葉大学大学院工学研究院）, 佐伯琢磨（神戸学院大学）, 仲西理子（海洋研究開発機構）, 山本揚二朗（海洋研究開発機構）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4080
e-mail：matsushima@sds.dpri.kyoto-u.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松島信一
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC01

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進
（英文）Promotion of research on constructing paradigm for uncertainty of risk evaluation for mega-earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
イ. 津波の事前評価手法
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法
イ. 津波の即時予測手法
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
火山

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
(2) 推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）令和７年度の計画の概要：

【提案の背景】標準的な地震リスク評価手法では、震源・波動伝播・地盤増幅・建物応答・直接的被害・社会的影響に関する研究分野からの知見を統合して、リスクが評価されるが、各研究分野に対応するそれぞれのモジュールに存在する複数モデルの組み合わせることでリスクカーブ群が得られることになる。すなわち、地震リスク評価には、モデルそのもののばらつきのみならず、モデルの相違に

よるばらつきが伴っている。2024年度までにはこの点について検討するために、各研究分野に存在する多くのモデルをプラットフォームに組み込み、系統的に地震リスクを評価した。その結果、現在一般的に行われている地震リスク評価には非常に大きなばらつきを内包していることを示した。

【震源過程】プレート間巨大地震の震源像を推定するために、プレート間での地震反射波に着目し、波動論的アプローチで巨大地震の発生するプレート間の状態を推定し、震源像の予測に繋げることを試みる。

【深部地盤・伝播経路】3次元地殻構造の高度化の一環として、2020年以降、南海地震震源域西端にあたる豊後水道沖合周辺で詳細な海域地震波構造調査を実施した。ここで得られたデータについて、全波形インバージョンをはじめとする最先端の解析手法を適用することによって、九州パラオ海嶺の沈み込みを含むP波速度構造を高解像度で明らかにする。ここで得られた構造について、2022年に公開された南海トラフ全域にわたる海域から陸域までを統合したP波速度構造
（Bassett et al. , 2022, JGR）と結合し、南海トラフ沿いの構造の高度化を図る。

【津波予測】2022年トンガ火山噴火による気象津波は奄美大島沿岸で1 mを超える振幅が観測されたが、その具体的な増幅要因は明らかになっていないため、気象津波のシミュレーションを行った。

【浅部地盤構造】標準貫入試験などから得られる地盤物性値（N値など）の空間分布を推定する補間処理について検討する。

【構造物被害予測】震前対策としての被害推定に資する技術の検討としては、①等価線形化法を用いた被災度判定における解析精度の影響、②鉄筋コンクリート構造を対象としたフラジリティー曲線の設定方法の検討、を行う。①に関して、特に影響が大きいと考えられる降伏時剛性について、既往の実験データベース等を用いてその精度を検証する。普通強度主筋に加え、降伏強度が490N/mm2を超えるような高強度主筋を用いた構造物についても検討する。また、既にセンサを設置して地震観測を行っている建物の地震時の観測データを用いて、被災度の評価を試みる。更に、近年精力的に研究されているその他の新しい被災度判定法の情報を収集する。☒　については、近年の地震被害においては鉄筋コンクリート構造の被害が限定的であるため、従来の構造物の被害調査結果からフラジリティー曲線を作成する方法では十分なサンプル数を得られない。そこで、非線形構造解析を援用したフラジリティー曲線の設定方法について検討を行う。併せて、AI技術を用いた被災度判定技術の開発に資する既往の構造物の被害写真を収集する。

【リスク評価高度化】エクスポージャーに関する情報を航空写真等の画像解析、機械学習モデルおよび統計的情報を用いて整備する手法について検討を行った。

【プラットフォーム高度化】モジュールごとのモデルの数やばらつきが採用するモデルに依存することから、複数モデルを考慮したときのモジュール間のばらつきの違いを公平に評価する統一的な手法が確立されていない。ばらつきの評価は、リスク評価の不確実性を示すには不可欠であり、地震リスク評価プラットフォームの高度化により貢献することを検討する。また、マルチハザードリスク評価に向けた震源モデルの扱い方や、より複雑なモデル設定や計算手法による地震リスク評価の高度化のための方法論について検討する。

【コンピュータサイエンス】高性能物理シミュレーションを人工知能等により高度化し、最新の計算機のアーキテクチャーにあわせたアルゴリズムを計算科学・計算機科学的な観点から開発することで、従来解くことが難しいとされている規模の順問題・逆問題を解くことを目指す。地震動解析、地盤増幅解析、地殻変動解析等に適用することで開発手法の有効性を確認する。

【災害リスク情報・ステークホルダ参画】本研究では、シナリオ・手法の組み合わせにより変化する災害シナリオ評価結果を適切に理解することが可能なシステムの構築を行うことを目的とした研究を行う。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

【震源過程】プレート境界面における反射係数の違いから摩擦強度の分布を推定し、将来発生する南海トラフ地震の地震像に迫るために、四国西部において反射波の抽出に関する手法の改善を図った。

【津波予測】2022年トンガ火山噴火による気象津波は奄美大島沿岸で1 mを超える振幅が観測されたが、その具体的な増幅要因は明らかになっていないため、気象津波のシミュレーションを行った結果、沖縄トラフ沿いの不規則な海底地形により、奄美大島等の一部のエリアに気象津波が集中したことがわかった。これらの結果は、遠地津波予測にも応用可能な成果である。

【深部地盤・伝播経路】南海トラフ全域を海域から陸域まで統合したP波速度構造

（Bassett et al.、 JGR、 2022）を基盤モデルとして、日向灘周辺域の詳細構造について、地震波屈折法・反射法データを用いた全波形インバージョンによりP波速度構造の高精度化を進めた。また、当該P波速度構造基盤モデルに対してOpenSWPCを用いた波形計算を実施できるよう、周辺プログラムを整備するとともに、試験的な数値計算を始めた。

【浅部地盤構造】標準貫入試験などから得られる地盤物性値（N値など）は点推定値であるため、空間分布を推定するには補間処理が不可欠である。そこで、機械学習手法の一つであるガウス過程回帰を適用し、地盤物性の空間的不確実性の定量評価を試みた。

【強震動予測】重点推進研究（特定型（その２））と連携し、西日本における地盤増幅特性の観測調査を引き続き行った。具体的には、中央構造線沿いの盆地における地震基盤深度の定量化を微動探査と重力探査の両面から行い、断層沿いの不連続性を抽出した。また、自治体震度計を積極的に活用し、サイト特性推定、レシーバ関数の併用による地下構造推定、また、三次元地下構造モデルの再構築などを行った。これらの地盤増幅特性の結果は、南海トラフ巨大地震をはじめとする、西日本の被害地震研究に役立つことが期待される。

【構造物被害予測】災害現場における建物や周辺地域の被害情報を収集・1次分析するツールを構築した。具体的には、スマートフォンやタブレット端末などを用いて映像データや被害情報を入力し、収集した情報をリレーショナルデータベースにアーカイブする情報収集ツールを構築した。データベース上に収録された画像情報等を生成ＡＩや外部解析ツールに１次分析させる被災情報分析機能を付与し、被害の種類や程度、推定される要因をデータにタグ付けする。本ツールは、来る大規模災害において、調査団が組織的にデータ共有し、膨大なデータの被災傾向を迅速に分析できる環境を提供する。

【リスク評価高度化】エクスポージャーに関する情報を航空写真等の画像解析、機械学習モデルおよび統計的情報を用いて整備する手法について検討を行った。検討した手法を大阪府泉佐野市の一部街区を例にとって、地理空間情報システムに実装した。また、ハザード指標を所与として、エクスポージャー情報およびエクスポージャーの特徴に応じた脆弱性関数を用いて、個々のエクスポージャーを解像しリスク評価を行う計算手順を地理空間システム上で確認した。

昨年度設計したエクスポージャーの振動特性を高精度・多面的に把握するためのセンサー・ロガーをネットワーク接続し、データサーバーへ準リアルタイムでデータ転送・収集するシステムの運用を開始した。

【プラットフォーム構築】地震火災と津波火災の統合的予測に関する研究に関し、地震火災・津波火災の統合予測に向けて課題となっていた、津波火災の出火のモデル化を行った。具体的には、津波火災の出火件数をポアソン回帰の一般化線形混合モデルを用いて記述し、2011年東北地方太平洋沖地震と2024年能登半島地震の出火記録および津波による建物被害データを用いて未知パラメータをベイズ推定した。これにより、数値津波モデルと建物の津波フラジリティモデルを用いて地域の浸水棟数と流失棟数が評価できれば、津波火災の発生件数も確率論的に評価できることとなった。今後、津波によるガレキの生成・集積モデルと組み合わせることで、津波火災の焼失範囲の確率論的な評価も可能となる見込みである。

地震動のばらつきについて、盆地内の任意位置において盆地形状がばらつきの違いに与える影響に関して地震動シミュレーションによる検討を行った。その結果、盆地内外の平均的な地震動は既往の地震動予測モデルによる予測結果と整合的である一方で、ばらつきについては場所によって大きく異なることを示した。

【コンピュータサイエンス】順解析・逆解析のコアカーネルとして頻出する波動場解析の解析コストの軽減を目的として、INT8 Tensor Coresを活用するGPU波動場解析手法の開発を試みた。逆解析として活用が期待されるベイズ推定の課題としてその解析コストがあるが、その軽減を図るために超並列ベイズ推定手法の開発を試み有効性を確認した。

【災害リスク情報・ステークホルダ参画】これまでに構築してきた南海トラフ地震の震源モデル・強震動予測モデル・表層地盤増幅率の組み合わせをもとに作成した地表速度のばらつきのモデルの中で、行政が実施する地震動推定、研究者が新たに実施する地震動推定結果の位置づけをWeb上で簡易に評価、見える化を行うことが可能なシステムの構築を行い、研究者が自らが実施した地震動想定の位置づけを確認することが可能なシステムの運用を行っている。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

南海トラフ沿いで発生する巨大地震により引き起こされる災害について、震源・波動伝播・地盤増幅・

建物応答・直接的被害・社会的影響に関する研究分野からの知見を統合したリスク評価を実施することで、最新の科学的知見に基づく災害リスクの大きさとそのばらつきを提示することが出来る。これは、それぞれの分野が災害の予測にどれくらい寄与しているかを示すことで、重点的に対策すべき分野や研究資源の配分を検討するための重要な知見となる。また、災害の不確実性を示すことで、備えるべき災害の規模について考えるための情報を提供することが出来る。さらに、マルチハザードについてのリスク評価を可能とし、それぞれのハザードの相互作用を明確にすることができれば、対策の方針を決定するための情報となることが期待される。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ichimura, Tsuyoshi, Kohei Fujita, Muneo Hori, Maddegedara Lalith, 2025, Fast and power efficient GPU-based explicit elastic wave propagation analysis by low-ordered orthogonal voxel finite element with INT8 Tensor Cores, Journal of Computational Science, Volume 91, 102659, https://doi.org/10.1016/j.jocs.2025.102659, 査読有, 謝辞無

Miyashita, T., A. Nishino, S. Watanabe, T. Yasuda, N. Mori, T. Shimura, T.C. Ho, 2025, Contribution of microtopography off the Ryukyu Islands to coastal sea-level amplification during the 2022 Tonga meteotsunami, Earth, Planets and Space, 77, 20. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02148-2, 査読有, 謝辞有

Nishino T., 2026, Modeling the probability of tsunami fire ignition based on data from the 2011 Tohoku and 2024 Noto Peninsula earthquakes, with recommendations to reduce emerging fire risk in tsunami vertical evacuation structures, Earthquake Engineering & Structural Dynamics, https://doi.org/10.1002/eqe.70128, 査読有, 謝辞有

Nishino T., 2025, Fires following the 2024 Noto Peninsula earthquake: Insights from ignition records, a fire damage survey, and a prospective regional fire risk assessment, Earthquake Spectra, 41(3), 1998–2027, https://doi.org/10.1177/87552930251335207, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Matsushima, S., Thinzar Yadanar, Nagashima, F., 2025, The Variation of Uncertainty of Estimated Ground Motions Related to the Basin Characteristics in the Kyoto Basin, 14th International Workshop on Seismic Microzoning and Risk Reduction, TOWARDS AN EARTHQUAKE SAFER AND RESILIENT SOCIETY, Mexico City, October 23-24, 2025

宮澤理稔, 2026, 地震波干渉法を用いた四国西部におけるプレート境界反射波検出, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P47

Thinzar Yadanar, Nagashima, F. Matsushima, S., 2025, Estimation of Variability of Ground Motions in the Kyoto Basin from 243 Earthquake Scenarios on the Hanaore Fault, Proceedings of the 19th Annual Meeting of Japan Association for Earthquake Engineering, Paper No. 20250108

Thinzar Yadanar, Nagashima, F. Matsushima, S., 2026, Ground Motion Variability in the Kyoto Basin for Earthquakes Occurring on the Hanaore Fault, P64, DPRI Annual Meeting 2026

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

加藤尚之（東京大学地震研究所）, 毎田悠承（東京大学地震研究所）, 楠浩一（東京大学地震研究所）, 市村強（東京大学地震研究所）, 望月公廣（東京大学地震研究所）, 仲田理映（東京大学地震研究所）, 武村俊介（東京大学地震研究所）, 悪原岳（東京大学地震研究所）, 松島信一（京都大学防災研究所）, 西野智研（京都大学防災研究所）, 牧紀男（京都大学防災研究所）, 上田恭平（京都大学防災研究所）,

宮澤理稔（京都大学防災研究所）, 倉田真宏（京都大学防災研究所）, 森信人（京都大学防災研究所）, 西嶋一欽（京都大学防災研究所）, 伊藤喜宏（京都大学防災研究所）, 関口春子（京都大学防災研究所）, 長嶋史明（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

田中宣多（三重大学）, 芹川由布子（福井工業高等専門学校）, 前田匡樹（東北大学大学院工学研究科）, 松岡昌志（東京科学大学環境・社会理工学院）, 丸山喜久（千葉大学大学院工学研究院）, 中村友紀子（千葉大学大学院工学研究院）, 佐伯琢磨（神戸学院大学）, 仲西理子（海洋研究開発機構）, 山本揚二朗（海洋研究開発機構）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4080
e-mail：matsushima@sds.dpri.kyoto-u.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松島信一
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC03

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震ハザードにおける地下構造の影響の定量的評価の研究
（英文）Quantitative evaluation of velocity structure on seismic hazards

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
イ. 津波の事前評価手法
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法
イ. 津波の即時予測手法
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
火山

（4）その他関連する建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法

（5）令和７年度の計画の概要：

地震の災害誘因の事前評価手法の高度化に資するため、強震動の地下構造の観点から研究を進める。特に、西日本を中心とした観測研究を推進する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

地すべりや断層帯の地盤震動特性及び地盤構造を把握するために，対象地域における詳細な地盤構造モデルの構築を目的とする．そこで，鳥取市佐治町，島根県多伎町，徳島県三好市，東みよし町の地すべり地域で微動探査，徳島県三好市の中央構造線三野断層近傍にて微動探査と重力探査を実施した．微動探査の結果より，佐治町，多伎町の地すべり地域では崖錐堆積物の層厚や速度構造の変化に応じた明瞭な微動特性や位相速度分散曲線の違いが確認できた．一方，徳島県の地すべり地域では一部の地震観測点の周辺では微動特性の違いが確認されたが，大部分では明瞭な違いが確認できなかった．三野断層近傍では断層線の南側で急激に地盤構造が異なることが確認できた．重力探査の結果より，佐治町の地すべり地域では地すべりを発生させる地質の不均質に対応する重力異常の変化，中央構造線の断層運動に伴う基盤の落込みや断層ごく近傍での破砕帯による重力異常の低下が確認できた．

また、自治体の震度観測網を含む岡山県内の稠密な強震観測点で観測された波形データから抽出したサイト増幅特性を用いて観測点ごとに地盤構造モデルを推定した。そして、岡山県全域の３次元地盤構造モデル構築のための基礎資料とすべくその結果の分析を行った。また、干拓地を含む岡山平野

４地点でアレイ微動探査を実施し、そのうち３地点で浅部・深部地盤構造を推定した。
　この他、微動アレイ観測で得られた位相速度とH/Vスペクトル比ピーク周波数を同時に用いて地下構造をベイズ推定するプログラムを開発した。数値実験により位相速度とピーク周波数の併用により速度構造モデルの推定精度が向上する場合があることを確認した。石川県志賀町富来および大阪府岬町において微動アレイ観測と微動H/Vスペクトル比の観測を行い、作成したプログラムで地下構造モデルの解析を行った。石川県志賀町ではH/Vスペクトルを用いることで地下構造が良好に推定されることを確認した。一方、大阪府岬町ではH/Vスペクトルのピークが不明瞭であり、アレイ観測単独での解析の方が良好な結果が得られた。これらのことから、H/Vスペクトルのピーク周波数の情報の有効性についてさらに検討が必要なことも明らかになった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
本研究で取り組んでいる地下構造の影響は、定量化することにより、強震動の事前評価の精度向上に貢献する。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

山田伸之, 竹中博士 (2026), 岡山平野児島湾岸部での微動アレイ探査, 岡山大学地球科学研究報告, 32(1), 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

野口竜也・青山侑奈・平嶋萌・河野勝宣・香川敬生：微動探査に基づく中央構造線三野断層における地盤震動特性及び地盤構造，日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS11-P06

高柳芽依・野口竜也・吉田英祐・塩津彰大：重力探査に基づく中央構造線三野断層 とその周辺における地下構造推定，日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS11-P13

野口竜也・香川敬生・河野勝宣：微動観測に基づく地すべり地域－徳島県美馬市－の地盤震動特性と地盤構造，日本地震学会2025年度秋季大会，P16-04

高柳芽依・野口竜也・香川敬生：中央構造線三野断層とその周辺の重力異常による密度構造推定，日本地震学会2025年度秋季大会，P16-10

種井優斗・野口竜也・香川敬生：能登半島地震による断層変位箇所－珠洲市若山地区－の微動特性，日本地震学会2025年度秋季大会，P16-06

南方昭寛・渡邉禎貢・竹中博士, 強震記録のスペクトルインバージョン結果を用いた自己相関解析による岡山県の3次元地盤構造の推定, 日本地球惑星科学連合2025年大会（千葉）SSS11-P12

山田伸之・竹中博士, 岡山平野南部児島湾沿岸部における微動探査, 日本地震学会2025年秋季大会（福岡）, P16-02

大橋 優・金島亮次・南方昭寛・渡邉禎貢・竹中博士, サイト増幅特性を用いた岡山県の地盤構造の推定, 日本地震学会2025年秋季大会（福岡）, P16-09

佐藤 文香・吉田 邦一・長妻 希歩 (2025) 能登半島におけるラブ波微動アレイ探査法による地下構造の推定, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS11-P04

長妻 希歩・吉田 邦一・佐藤 文香 (2025) 2024年能登半島地震における局所的地震動増幅, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS11-P02

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

三宅弘恵（東京大学地震研究所）, 飯高隆（東京大学　情報学環）, 関口春子（京都大学防災研究所）, 松島信一（京都大学防災研究所）, 長嶋史明（京都大学防災研究所）, 上林宏敏（京都大学複合原子力科学研究所）

他機関との共同研究の有無：有

野口竜也（鳥取大学工学部）, 香川敬生（鳥取大学工学部）, 小野祐輔（鳥取大学工学部）, 河野勝宣（鳥取大学工学部）, 竹中博士（岡山大学学術研究院）, 山田伸之（高知大学教育研究部）, 小松正直（岡山大学大学院）, 渡邉禎貢（岡山大学大学院）, 小割啓史（岡山大学大学院）, 大橋優（岡山大学大学院）, 久山大翔（岡山大学大学院）, 水谷太一（岡山大学大学院）, 吉田邦一（福井大学国際原子力工学研究所）, 宮腰淳一（大崎総合研究所）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：三宅弘恵
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC04

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）日本近海における津波発生要因の多様性を考慮した沿岸地形による波高増幅機構の理解に向けて

（英文）Towards understanding the mechanism of tsunami amplification by coastal topography considering diverse tsunami generation factors near Japan

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
イ. 津波の事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
火山
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）令和７年度の計画の概要：

2024 年 1 月能登半島地震津波、 2022 年 1 年トンガ噴火津波、および 2023年 10 月鳥島近海津波など対象に、発生要因に応じた津波波形の周期特性を参照しながら、沿岸地形による津波応答の理論的・数値的解析を行い、沿岸地形が津波波高や継続時間に与える周期依存性、および津波発生要因ごとの特徴を評価して、津波災害の生成要因を明らかにする。さらに、前年度の津波解析の結果得られた津波波源モデル、および日本海地震・津波プロジェクトで用いられた断層モデルを用いて津波数値計算を行う。この際、沿岸地形データのグリッドサイズを大小変化させて計算を行い、細かい沿岸地形に

よる津波増幅の効果と、津波浸水予測に要求される解像度を調べる。これらの結果を、津波の周期応答の理論的・数値的解析の結果と比較する。最終的に、広域の沿岸部での津波応答を周期帯ごとにマッピングし、複数の発生要因に対して各沿岸地域における津波増幅およびその継続時間の特徴を明らかにする。また、海溝型大地震に起因する津波と比較して、上記のような特殊な津波による沿岸都市域のハザードの定量化を行う。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は、2024年能登半島地震による津波の特性、鳥島近海の海底カルデラによる津波の繰り返し発生の要因の素過程研究など、津波伝播や増幅過程、および特異な津波現象の再来性に関する研究・調査を進めた。今年度は、最終的な津波応答マッピングなどの包括的なハザード評価に向けた、下記に示すような個別事例の解析が主要な成果を得た。

２０２４年能登半島地震津波による津波来襲特性と断層・波源の関係について詳細な解析を行った。飯田港に来襲した同津波について、複数の断層モデルと深海分散を考慮した津波計算により、ソリトン分裂やエッジ波による複雑な浸水過程を再現した。本事例では深海分散や引き波による非線形増幅の影響が大きかったことを示した。

また、火山性津波の研究として、伊豆諸島のスミスカルデラにおける津波を繰り返し発生させる火山性地震の繰り返し特性を、津波および地震波の波形類似性に基づき調査した。結果、火山浅部へのマグマ供給が継続的にカルデラ内断層に応力蓄積を続け、約10年に一度同じ断層箇所が破壊する、繰り返しパターンを解明し、同火山で繰り返す津波の再来メカニズムを解明した。また同現象についての日本語解説論文を執筆した。

さらに、東シナ海で発生し来襲する気象津波は、九州西岸に来襲する津波と類似した伝播特性を持つことを踏まえ、東シナ海の長波の伝播特性について地形との関係を含めて明らかにした。

ほかに、海底津波観測網に記録された津波シグナルを網羅的に検出する手法を開発し、多数の地震性・火山性・気象津波を検出した。また福徳丘の場の海底火山噴火に伴う津波についても調査を進め、その噴火との関連を調べた。2025年のカムチャツカ地震・津波に対しては、海底圧力計・沿岸潮位計・衛星海水面高度観測・浸水／遡上高などの多種のデータを用いて、地震の震源モデルの構築を行った。

8月には東大地震研究所と京大防災研双方の津波グループ間での二日間にわたるジョイントセミナーを開催した。両機関の教員・研究員・ポスドクに加えて、北海道大学・気象研究所・英国Bath大学などからの講演者・聴講者があった。全14件の発表のうち、2件が招待講演として、各分野の専門家からそれぞれ津波研究の津波警報システムに資する役割、および現地調査に基づく津波・ストームサージ災害の調査研究のレビュー的な発表が行われた。また、発表者うち9名が学生であり、若手育成の場として貴重な機会となった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「3(1)イ.津波の事前評価手法」に向け、過去の津波事例のデータ解析および数値計算に基づき、津波伝播や振幅増幅に影響する主要因や、火山で繰り返す要因を明らかにした。「3(2)イ.津波の即時予測手法」の点においては、海底カルデラで繰り返す津波・地震の波形的類似性を明らかにしたことにより、将来再来する津波時には、地震波の波形類似性を参照すれば十分に予測可能であることが示唆される。「4(1)地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明」に関しては、沿岸や東シナ海のような遠洋浅海部での伝播特性や津波増幅機構を数値計算に基づき調査を進め、地形効果・津波の周波数分散性・非線形効果が津波浸水過程に影響が大きいことを示した。引き続き、津波波源解析と沿岸での津波応答の両観点からの調査を進める必要がある。沿岸部における周期帯の異なる津波に対する地形的応答を定量的に調べ、異なるメカニズムで発生する様々なスケールの津波に対する津波ハザード評価行う。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Fukui, N., T. Miyashita, T. Yasuda, N. Mori (2025) Numerical analysis of local tsunami heights

and arrival times of the 2024 Noto Peninsula Tsunami, Coastal Engineering Journal, Taylor & Francis, 1–14. doi:10.1080/21664250.2025.2464427, 査読有, 謝辞有

Miyashita, T., A. Nishino, S. Watanabe, T. Yasuda, N. Mori, T. Shimura, T.C. Ho (2025) Contribution of microtopography off the Ryukyu Islands to coastal sea-level amplification during the 2022 Tonga meteotsunami, Earth, Planets and Space, 77, 20. doi: 10.1186/s40623-025-02148-2, 査読有, 謝辞有

西野 藍, 宮下 卓也, 安田 誠宏, 志村 智也, 森 信人, メソ気象予報モデルデータ解析と数値実験による九州西岸における気象津波発生要因の解明, 土木学会論文集, 2025, 81 巻, 17 号, 公開日 2025/11/04, Online ISSN 2436-6021, 査読有, 謝辞無

Sandanbata, O., & Takemura, S. (2025). Full-spectrum similarity of repeating trapdoor faulting. Geophysical Research Letters, 52, e2025GL119615. doi:10.1029/2025GL119615, 査読有, 謝辞有

Chida, Y., T. Takagawa, K. Suzuki K, and N. Tsuruta. 2025: Soliton fission at Iida Port during the 2024 Noto Peninsula Earthquake Tsunami: a numerical analysis of dispersion effects and complex propagation processes, Coastal Engineering Journal, DOI: 10.1080/21664250.2025.2563435, 査読有, 謝辞有

三反畑修 (2025), 鳥島近海で繰り返す不思議な津波 ―海底カルデラ火山における「トラップドア断層破壊」―. 地震ジャーナル, 79, p.49-62. doi:10.60191/eqj.2025.79_49, 査読無, 謝辞無

Zhu, Y., Watada, S. & An, C. (2026) Effects of fault geometry uncertainty on tsunami inversion: a study based on the 2011 Tohoku earthquake. Earth Planets Space 78, 12. doi:10.1186/s40623-025-02350-2, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Li, F., N. Mori, L. Li, T. Miyashita (2025) Investigating the tsunami deposit distribution in the South China Sea using stochastic source models of the Manila Trench, AOGS2025, Singapore

Nishino, A., T. Miyashita, T. Yasuda, N. Mori (2025) Investigation on Factors Causing Meteotsunamis Along The Western Coast of Kyushu by Mesoscal Meteorological Data Analysis and Meteotsunami Propagation Simulations, AOGS2025, Singapore

Sandanbata, O. & S. Takemura, Full-spectrum similarity of repeating trapdoor faulting, (2025 AGU 2025 fall meeting, Hybrid (USA and online).

三反畑 修, 地震波・津波の波形記録解析および数値計算に基づく海域火山現象の解明, 地震学会2025年度秋季大会, 福岡

三反畑 修, 武村 俊介, 広周波数帯域にわたる繰り返しトラップドア型断層破壊の類似性, 地震学会2025年度秋季大会, 福岡

三反畑 修, 近年の伊豆・小笠原諸島の海底火山活動を起因とする津波のレビュー, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 千葉.

Ishijima, K., S. Watada (2025), Inversion analysis of the 2025 Kamchatka Peninsula earthquake tsunami by SWOT satellite, Asia Tsunami Workshop, Tokyo

Someya, M., Sandanbata, O., Watada, S., Furumura, T.(2025), Slip Models of the 2025 and 1952 Kamchatka Earthquakes Estimated by Tsunami Waveform Inversion, Asia Tsunami Workshop 2025, Tokyo

Maletckii, B., S., Watada, O., Sandanbata, M., Someya (2025), Automatic Rapid Tsunami Identification and Tracking by ionospheric GNSS data: The 2025 Kamchatka tsunami case in

the far-field, Asia Tsunami Workshop, Tokyo

Li, T., Y., Gao, S., Watada (2025), Simulation of the Seismic-Tsunami-Atmospheric Coupling after an earthquake, 地震学会2025年度秋季大会, 福岡

石島 清宏, 綿田 辰吾 (2025), SWOT衛星を用いた2025年カムチャツカ半島地震津波インバージョン解析, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡

染矢 真好, 三反畑 修, 綿田 辰吾, 古村 孝志 (2025), 2025年カムチャッカ半島地震（Mw8.8）に伴う遠地津波の伝播特性, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡

石島 清宏, 綿田 辰吾 (2025), SWOT衛星を用いた2023年ローヤリティー諸島地震津波インバージョン解析, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡

工藤 蒼生, 綿田 辰吾, 三反畑 修 (2025), DONET海底水圧計記録を用いた未知の非地震性津波の検出, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡

中垣 達也, 綿田 辰吾 (2025), 陰陽格子を用いた2025年カムチャツカ地震津波の北極域における数値計算, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡

Yifan Zhu, Chao An, Shingo Watada, Iyan E. Mulia (2025), PCOMCOT–Landslide: A New GPU-parallelized Two-layer Model for Landslides and Tsunami Generation over Complex Topographies, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 千葉.

工藤 蒼生, 綿田 辰吾, 三反畑 修 (2025), DONET海底水圧計記録を用いた未知の非地震性津波の検出, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 千葉.

石島 清宏, 綿田 辰吾 (2025), SWOT衛星を用いた2023年ローヤリティー諸島津波検出, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 千葉.

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

三反畑修（東京大学地震研究所）, 綿田辰吾（東京大学地震研究所）, 古村孝志（東京大学地震研究所）, 宮下卓也（京都大学防災研究所）, 森信人（京都大学防災研究所）, 志村智也（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

千田優（国土技術政策総合研究所）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：03-5841-5720
e-mail：osm3@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/people/k0001_05201.html

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：三反畑修
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC05

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）岩盤崩壊－河道閉塞－堰止湖決壊による複合連鎖災害の発生場予測: 斜面地形発達史の理解に基づくハザード評価

（英文）Locality prediction of complex cascading disasters caused by bedrock landslides, channel blockage, and barrier lake breaching: hazard assessment based on understanding of topographic evolution history of hillslopes

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）令和７年度の計画の概要：

本年度も昨年度に引き続き、地震および豪雨による甚大な被害のあった能登半島北部の斜面変動場を中心とした現地調査を継続する。発災実態に関する踏査を行い、地盤構造の解析や物理化学分析のための試料採取を進めるとともに、デジタル地形情報に基づく崩壊発生場の空間解析を行う。これにより、地形条件や風化帯の構造と物性を踏まえた斜面変動ハザードモデリングを実施する。また、過去に発災履歴があり、かつ、今後の海溝型地震での発災が想定される紀伊半島および四国南部を対象に、地理情報システム上で岩盤崩壊・河道閉塞・堰止湖決壊の発生状況や発生痕跡を詳細に解析し、それを手がかりとして未災の場におけるハザード評価を行う。

これらの地域では、侵食基準面低下に対する応答としての河道遷急点の遡上を通じて、隆起速度の時空間変化が、内陸部の山地地形にも反映されている。斜面の岩盤崩壊は、こうした地形発達を担う過程として生じており、河川の遷急区間周辺で斜面上に開析前線（遷急線）のみられる大起伏の地形場で多発している。すなわちある場所が、どのような地形進化・風化進行の段階にあるのか、という視点での解析に基づくハザード評価が可能と考えられ、本研究のアプローチが有効に機能するものと期待される。モデルによる予測の精度検証を進めつつ、未災の場での実践的なハザードマッピングを行う。これにより地域間比較の視点をもちつつ、能登半島地震に学んで南海トラフ地震に備えるというスコープをもった社会実装が模索される。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本年度は、現地調査対象としては、地震および豪雨による甚大な被害のあった能登半島北部の複数サイトを選定し、地盤構造の解析や物理化学分析のための試料採取を進めるとともに、デジタル地形情報に基づく斜面崩壊発生場の空間解析を行った。これにより、斜面の地形条件や風化帯の構造と物性が発災に及ぼした影響が明らかになった。一部の成果は、国際・国内学会発表、防災研究所報告などで公表した。また、西南日本外帯や中部山岳域における地形構造を解析し、隆起に対する応答としての地形発達の途上における不安定斜面の出現を検討した。河川の下刻による斜面の下部切断と起伏量の獲得が岩盤崩壊の素因となる過程についてモデルによる定量化を試みた。またそうした地形の進化に要する時間スケールを推定するため段丘の年代測定や斜面の削剥速度の推定を行った。今後は、能登半島の解析で得られた成果を足掛かりに、近未来の発災が想定される西南日本外帯を未災の場と位置付けて、岩盤崩壊・河道閉塞・堰止湖決壊のハザード評価を行っていく。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究で実施する実態調査と発災過程のモデル化は、地震に起因する斜面変動の事前評価と災害リスクの把握に直接的に貢献しようとするものである。本研究により、地震および豪雨による斜面災害の発災機構の理解とモデル化は着実に進展した。過去に発災履歴があり、かつ、今後の海溝型地震や内陸地震での発災が想定される紀伊半島および四国南部あるいは中部山岳を対象に、岩盤崩壊・河道閉塞・堰止湖決壊の発生状況や発生痕跡を詳細に解析すれば、発災モデルを手がかりとして未災の場におけるハザード評価を行うことができる。今後は、モデルによる予測の精度検証を進めつつ、未災の場での実践的なハザードマッピングを行うことが重要であり、これにより、地域間比較の視点をもちつつ、能登半島地震に学んで次の地震に備えるというスコープをもった社会実装が模索される。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

松四雄騎. 2025. 地震および豪雨による連鎖斜面変動の発生機構に関する予察―能登半島災害における現象の地質条件依存性を手掛かりに― 京都大学防災研究所年報 69A., 査読無, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

松四雄騎. 2025. 地震およびそれに続く豪雨により能登半島の異なる地質条件下で発生した斜面変動の要因. 日本地球惑星科学連合2025大会.

松四雄騎. 2025. 岩盤風化帯の発達モデリングと斜面ハザード評価への応用．日本地形学連合2025秋季大会

Matsushi Y., 2025. Possible mechanisms of cascading hillslope mass movements induced by earthquake and heavy rainfall in the Noto Peninsula, Japan. Asian Journal of Engineering Geology 2, ARC-15 of IAEG Abstract No.: 129 DOI: 10.64862/ajeg.2025.2sp.30.129

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

松四雄騎（京都大学防災研究所）, 小暮哲也（京都大学防災研究所）, 石山達也（東京大学地震研究所）, 松崎浩之（東京大学総合研究博物館）

他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4101
e-mail：matsushi@slope.dpri.kyoto-u.ac.jp

URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松四雄騎
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC06

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）令和６年能登半島地震の震源域の強震動特性が建物被害に及ぼした影響の解明
（英文）Analysis on the influence of the strong ground motion characteristics to the building damage during the 2024 Noto Peninsula Earthquake

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

研究計画としては、下記計画のうち、令和６年度には①～③、令和７年度には④⑤の実施を予定していた。

①観測本震記録からの基盤入射波の逆算
強震動観測地点の本震記録に対し、非線形性を含む場合は補正をしてサイト増幅特性を剥ぎ取り、地震基盤上での入射基盤波を逆算する。
②地盤の微動観測とそのデータを用いた強震動特性の評価
大被害地域で面的に地盤の微動観測を行い、得られた微動の水平上下スペクトル比MHVRからKawase et al. (2018)の手法により擬似地震動水平上下スペクトル比pEHVRを計算する。求めたpEHVRに対してNagashima et al. (2014)の地盤構造同定手法を適用し、微動観測地点でのサイト増幅特性を計算する。①で得た入射基盤波に各地点のサイト増幅特性を乗じて各地点の強震動波形を計算し、計算強震動の特性と観測建物被害率との関係を評価する。
③震源域での建物微動計測
震源地を中心とする地域で1981年～1995年および2000年以降に建てられた2階建ての建物の微動計測を行う。データの定量化のため対象建物数は両カテゴリ別に各20棟程度を目標とする。
④2000年以降建築建物も考慮した建物被害予測モデルの構築
③で得られた建物の微動観測データの1階のフーリエスペクトルに対する2階のフーリエスペクトルの比を計算する。その基本ピーク振動数に基づき2000年以降の建物の耐力を推定し、既存の建物被害予測モデルに、その年代区分を追加する。
⑤計算強震動と構築した建物被害予測モデルによる被害予測結果の妥当性の検証
各微動観測地点にて計算した強震動を、④で構築した建物被害予測モデルに入力し、各地点での建物被害率を計算する。得られた被害予測結果を観測被害と比較して本スキームの妥当性を検証する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
研究計画のうち、③に関しては令和６年度中、③以降については令和７年度に実施する予定としていたが、対象地域の設定のための議論及び対象地域の代表者との調整の結果、令和７年中に合計４８戸の建物（住宅）の微動観測を実施することとなった。

ここでは②に関して令和７年度に追加的に行った観測の分析結果、および③に関して本観測に先行して行った建物の振動計測の解析結果を示すこととする。

まず②に関しては、輪島・珠洲の強震観測地点において、GITによるサイト増幅特性（観測サイト増幅特性とする）と、個別の上下動増幅特性を平均した上下動補正関数VACFから得られるサイト増幅特性（推定サイト増幅特性とする）を比較した。その結果、VACFから得られる推定サイト増幅特性は、GITによる観測サイト増幅特性より振幅が過少であることが分かった（図１）。これは、サイト増幅特性が特異に大きいサイトでは水平動も上下動も通常の一次元地盤増幅では説明がつかず、二次元／三次元共振の可能性を考慮する必要がある可能性を示唆していると考えられる。
それを受けて、堆積岩で形成される地震基盤より上部の盆地構造を明らかにすることを目的に、珠洲47地点、輪島の75地点において単点微動観測及び盆地を横切る直交２測線でのリニアアレイ観測（同時観測）を行った。
その結果、リニアアレイ観測の結果では、複数の地点で同位相の傾向がみられることが分かった（図２）。これは二次元／三次元共振の可能性を示唆している。

③については、対象地域全戸における建物観測に先行して、ある住宅において計測した微動を解析した。結果、その共振振動数から得られる推定耐力は、この住宅の建築年の平均的な耐力を上回るものとなった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「関連の深い建議の項目」としては、「強震動の事前評価手法」と「大地震に起因する災害リスクの事前評価手法」を選んだ。まず当該項目の目標達成への貢献の状況に関して、前者については、サイト増幅特性評価について、能登半島固有の地盤特性による新たな知見が本研究により得られ、このような特異なサイトに対する強震動評価手法を確立すべく、解析がなされている状況である。後者については、建物被害予測モデルを、近年建てられた建物情報を追加することで更新する準備を進めている所であり、更新がなされれば、大地震による建物被害がより精度高く評価されることとなる。
また、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望に関しては、以下の通りである。
本研究は震源特性からサイト増幅特性、そして構造物の応答特性・被害シミュレーションに至る一連の統合的研究を、能登半島地震を対象に実施するものである。上述した通り、建物被害予測モデルの更新にも着手しており、本研究を通してこの一連のスキームが確立された後には、将来発生する地震の、より高度な強震動予測及び建物被害予測が可能となることが期待される。このような高度な建物被害予測は、災害軽減に資する対策立案のための基礎情報に位置付けられると考えている。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Eri Ito, Kenichi Nakano, Hiroshi Kawase, Shinichi Mastushima, Yintu Bao : "Estimation of the Horizontal Site Amplification Factors at Sites in the Noto-hanto Area in Japan based on the Microtremor Horizontal-to-vertical Spectral Ratios: A Special Case for the Vertical Amplification Correction Function", Seimological Research Letters, Seismological Society of AmericaVolume 96, Number 2B, p.1350, 令和7年4月., 査読無, 謝辞無

Hiroshi Kawase, Kenichi Nakano, Eri Ito, Ziqian Wang：Linear and Nonlinear Site Effects at Several Sites in the Noto-hanto Area in Japan and Its Possible Cause as 2D/3D Deep Basin Resonance, Seimological Research Letters, Seismological Society of America, Volume 96, Number 2B, p.1458, 令和7年4月., 査読無, 謝辞無

伊藤 恵理, 川瀬 博, 長嶋 史明, 松島 信一：令和6年能登半島地震の震源域の建物被害に寄与した強震動特性の解明, 日本建築学会学術講演梗概集, 日本建築学会, pp.467-468, 令和7年7月., 査読無, 謝辞有

川瀬 博, 仲野 健一, 伊藤 恵理：2024年能登半島地震の珠洲・輪島における地盤増幅特性と本震時の非

線形化, 日本建築学会学術講演梗概集, 日本建築学会, pp.365-366, 令和7年7月., 査読無, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

伊藤恵理, 川瀬博, 山中宏起, 松島信一, 長嶋史明：令和６年能登半島地震の震源域の建物被害に寄与した強震動特性の解明を目的とした観測微動データに関する検討, 日本地震学会2025年度秋季大会, S15-20, 令和7年10月.

伊藤恵理, 川瀬博, 長嶋史明, 松島信一, 山中宏起：令和６年能登半島地震の震源域の被害集中域における強震動特性の生成要因の解明, 日本地震工学会・大会, D-7-1, 令和７年12月.

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

伊藤恵理（建築研究所 国際地震工学センター）, 松島信一（京都大学防災研究所）, 長嶋史明（京都大学防災研究所）, 三宅弘恵（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

川瀬博（日本建築総合試験所）, 仲野健一（安藤・ハザマ技術研究所）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：建築研究所 国際地震工学センター
電話：029-864-6663
e-mail：e-ito@kenken.go.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：伊藤恵理
所属：建築研究所 国際地震工学センター

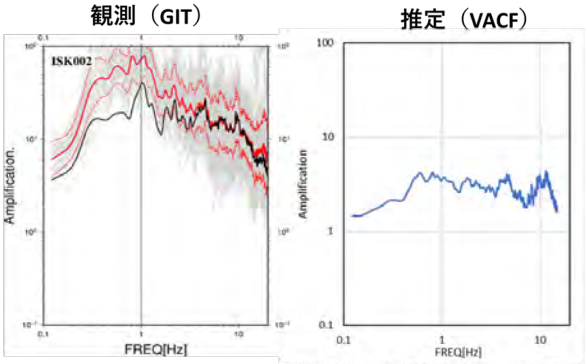


図１　ISK002におけるGITによる観測サイト増幅特性とVACF手法による推定サイト増幅特性の比較

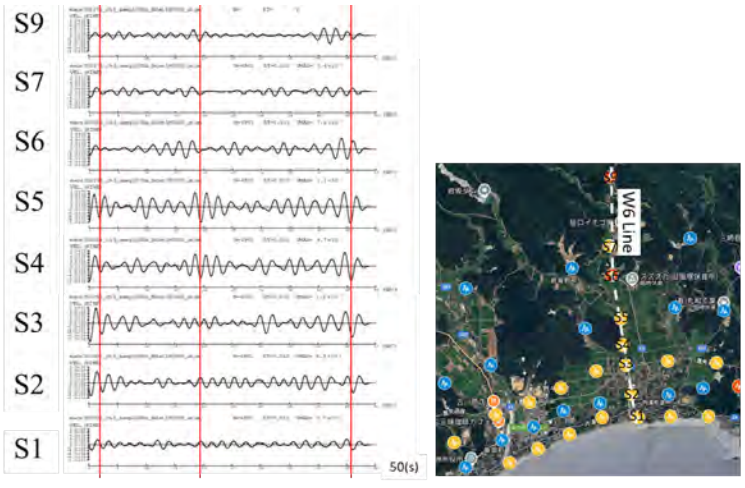


図2　珠洲のリニアアレイ測線（W6測線）におけるフィルター後の時刻歴波形（赤線は同位相がみられる所）

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC07

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）建物被害と後発地震への応答予測に地盤特性の時空間変化が与える影響の分析
（英文）Effect of Spatio-Temporal Variations in Ground Properties on Prediction of Building Damage and Response to Subsequent Earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（5）令和７年度の計画の概要：

能登半島地震での被害拡大の要因の一つである地盤特性の影響評価の検討を継続し，実際の被害との相関性を評価する．対被害が大きかった建物周辺の地盤特性の影響を分析する．さらには，建物の継続使用性に大きな影響を及ぼしたと考えられるライフラインの機能不全に着目し，建物と地盤の動的相互作用現象の観点から建物から敷地へのライフライン接合部の損損傷進展性状とその評価方法を検討する．また，得られた知見や分析結果を京都市内で構築を進める地域レベルでの病院機能継続性評価システムに適用する．後発地震による地震動予測モデルの妥当性を検証し，対象地域内での建物被害予報への利用方法を検討する．

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

R7年度は，R6年７月に実施した能登半島地震後の病院訪問調査（８病院）において，構築している病院被害推定手法の推定結果と実被害を比較した．実被害が小さかった構造躯体については，推定結果と概ね一致していた．非構造部材・設備については，ほぼ全て施設で数種類の損傷が機能低下に直結しており，特に影響が大きかった給排水管の被害は推定と一致しなかった．多くの施設で確認された医療行為室の被害については，3施設で推定より実被害が大きかった．判定対象とした室内の機器や什器の散乱状況だけでなく，室内の吊り天井や照明，ドアなどの被害を総合的に判断して使用不可とされていた．

実被害と推定結果の差異を踏まえて，加速度応答に依存する非構造部材・設備の過小評価を減らすため，暫定的に建物の塑性化を考慮せずに弾性応答を仮定した加速度応答を用いて被害を推定するようにモデルを変更した．多くの病院で確認された建物引き込み配管の損傷のモデルを検討したが，実地調査で影響が示唆された建物と周辺地盤の相対応答を考慮する手法がなかったためモデル化は見送った．

上記のように妥当性を検証し修正を加えた病院被害推定モデルを用いて，地盤モデルおよび建物強さの不確定性が被害推定結果に及ぼす影響をモンテカルロ法により評価した．地盤については，病院立地における複数の地盤ボーリングデータの扱いや，ボーリングデータからせん断波速度を推定する際のばらつきなどを，建物については，降伏時のベースシア係数を不確定性とした．ボーリングデータの選択については，層序が等しいときは工学的基盤面までの層厚が大きいほど建物応答とそのばらつきが大きくなったため，層厚が最も大きいものを選択することとした．
図1に非構造部材の被害推定結果におよぼす不確定性の影響を示す．上図は床応答加速度（PFA）と層間変形角の応答値の推移を表しており，下図は層間変形角のばらつきβの推移を表している．層間変形角が0.002radで間仕切壁の損傷がDS1（要補修）となり，PFAが800galで配管の損傷がDS2（機能影響大）となる．500gal以下ではばらつきβが地盤の不確定性を与えた場合の方が大きく，700galを超えると評価は変化しない．不確定性を与えた地域レベルでの地震被害推定では，被災後の病院に残っている機能性Frを評価する式を提案し，病院の平時の病床数を用いて病院ごとの残存病床数Brを求めた．花折断層地震時の京都市の区ごとの被害を図2に示す．左京区を中心にすべての区で大きな被害となり，250サンプルから求めた病床数と、サンプルの内で最悪，最良となる時の病床数を比較したとき，最悪と最良では左京区で10倍以上の差があった．
後発地震による地震動予測モデルについては，その精度と病院被害予報への利用方法を検討した．これまでに妥当性を確認した後発地震の発生確率モデルは，過去の地震カタログに基づいた地震の発生しやすさ（space-time ETAS model, Ogata 2022）を用いて計算し，任意のマグニチュード（4以上など）の後発地震発生数の予測として表示している．R7年度は，先述の病院被害推定モデルにおける地盤の影響評価に予定より時間がかかったため，後発地震モデルとの連動については，建物立地での建物に入力される地震動レベルを計算する手法などを議論するにとどまった．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

建物応答や被害の予測精度を向上し，かつ即時に建物利用者や管理者にその情報を提供することを目的に，利用者が多い大規模な建物や災害拠点となる施設（主に病院）を対象として，地域レベルでの病院被害推定手法の構築を進めている．R7年度は，2024年能登半島地震における病院被害の調査結果と照らして，推定手法の妥当性を検討し，修正を加えた．さらに，立地地盤特性の不確定性を考慮した場合には，地域（区ごとに）で推定される残存病床数が大幅に変化する可能性を示した．関係機関は必要となる対策や訓練を被害推定に準拠しているが，病院機能性や残存病床数といった具体的な指標の推定において，推定結果にどの程度のばらつきがあるかを陽に示す手法とデータを獲得することができた．モデルでは再現できていなかったり，推定精度が低い被害要因があり，今後もモデルの精度向上に必要なデータの収集を継続する．また，当初の目的の一つであった後発地震モデルとの統合は未達成であり，次年度以降に協議を続けていく．

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

入江冴，倉田真宏，井上瑠偉，趙晃済，森智治，2025，2024年能登半島地震の病院被害調査と機能低下推定手法の精度検証，日本建築学会大会学術講演会，21049

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

倉田真宏（京都大学防災研究所）, 池田芳樹（京都大学防災研究所）, 山田真澄（京都大学防災研究所）, 鶴岡弘（東京大学地震研究所）, 楠浩一（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
中川博人（建築研究所）, 柏尚稔（大阪大学工学研究科）, 溜渕功史（気象研究所）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：
e-mail：
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：倉田真宏
所属：京都大学防災研究所

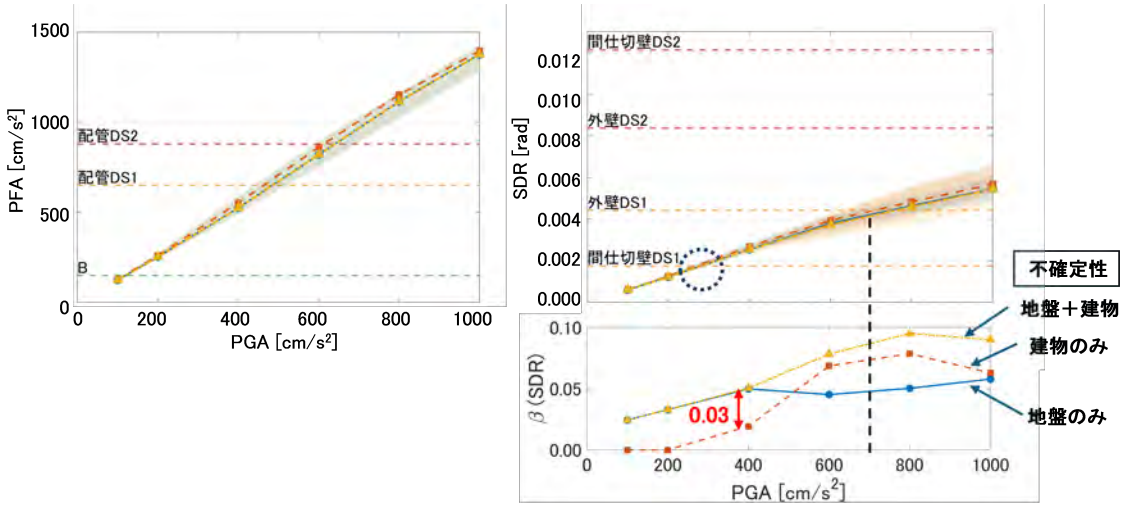


図1　非構造部材被害への不確定性の影響

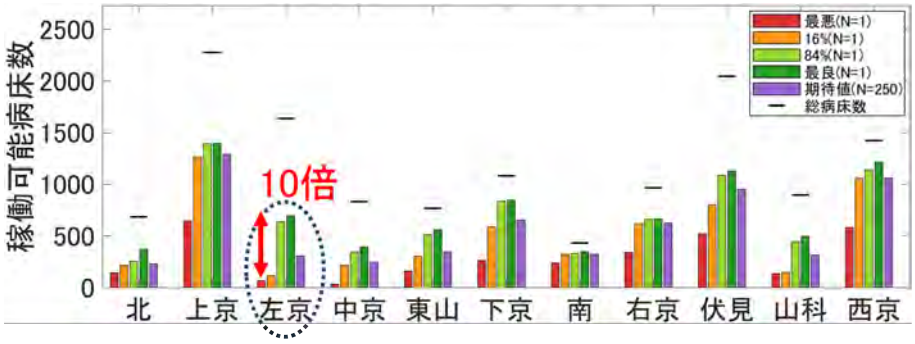


図2　残存病床数への不確定性の影響

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC08

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）既存在来木造建物に大きな被害を引き起こす地震動の発生要因に関する研究
（英文）Study on factors that cause earthquake motions that bring about severe damage to existing wooden houses

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）令和７年度の計画の概要：

昨年度まで，様々な耐力をもつ木造建物を想定した箱型試験体の振動実験を行ってきた．今年度は，壁量が非常に少なくなると靭性能が大きくなることを確認することを目的として，耐力が非常に低い建物を対象とした振動実験を行った．また，耐力が小さいものの靭性能が大きいために全壊に至らないということが生じるか確認するため，やや耐力が大きい試験体の実験も行った．

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

まず，壁量の少ない試験体も実大試験体と同様の復元力特性を再現でき，壁量が減ると靭性能が大きくなる傾向が確認できた．そして，地震動によっては，耐力が非常に低い建物は全壊せず，それより耐力が高い建物は全壊するということも確認された．

箱形試験体の外観を写真1と写真2に示す．今回は，筋交いなしの試験体と，中央構面の端2Pに筋交いがある試験体で検証した．ただし，いずれも中央端2Pに内外装材を貼った．

これらの試験体に，既存建物を想定し，中小地震として2003年宮城県沖の地震のJMA大船渡50%を入力後，大地震として2007年能登半島地震のK-NET穴水100%を入力した．その後，耐力の低い建物に被害を与える周期2.0秒のサイン波（wavelet，図1）を，最大速度を上げながら，変形が1/6rad程度に達するまで入力した．K-NET穴水100%で加振後の試験体を写真3と写真4，荷重変位関係を図2と図3に示す．また，耐力（降伏ベースシア係数）と片側の筋交いがすべて損傷したときの塑性率（ほぼ最大耐力時に対応）を図4に示す．筋交いなし試験体は，最大耐力が発現しなかったと考えられるものの，図2の最大荷重時の塑性率を図4にプロットすると，昨年度以前の耐力が高い試験体の最大耐力時の塑性率よりも大きいことから，耐力が小さくなると靭性能が大きくなる傾向は見られた．また， K-NET穴水で，筋交いなしの試験体は全壊せず，筋交いありの試験体は全壊し，地震動によっては，耐力が非常に低い建物は全壊せず，それより耐力が高い建物は全壊するということも確認された．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に

対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

村嶋美波，境有紀：実大実験による木造建物の耐力と靭性能の関係の検証，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.479-480，2025, 査読無, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

2025年日本建築学会大会　（講演番号：22240，部門：構造III，セッション名：実大建物挙動，開催日：9月10日（水），開催時間：11:26～12:30）

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

境有紀（京都大学防災研究所）, 松島信一（京都大学防災研究所）, 五十田博（京都大学生存圏研究所）, 楠浩一（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：
e-mail：
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：境有紀
所属：京都大学防災研究所



写真1 筋交いなし試験体 (HD金物緩める)

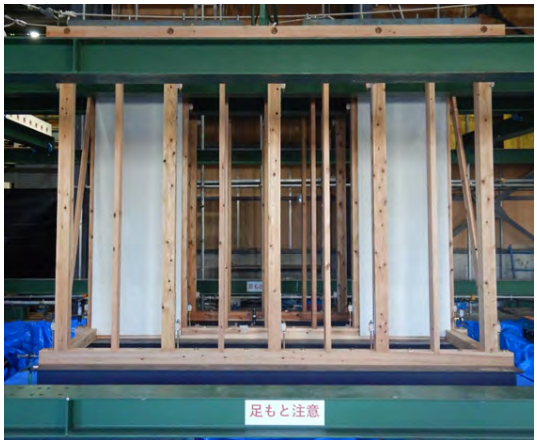


写真2 筋交いあり試験体 （HD金物締める）

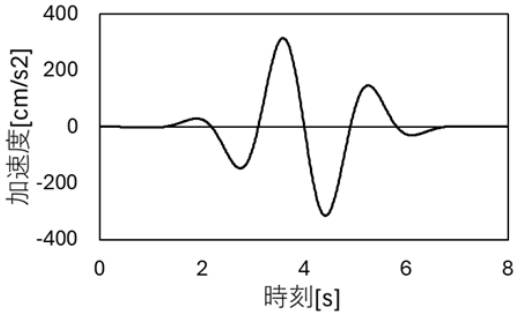


図1　wavelet（例：周期2.0秒，最大速度110cm/sのときの加速度波形）



写真3　筋交いなし試験体における K-NET穴水100%後の損傷状態



写真4　筋交いあり試験体における K-NET穴水100%後の損傷状態

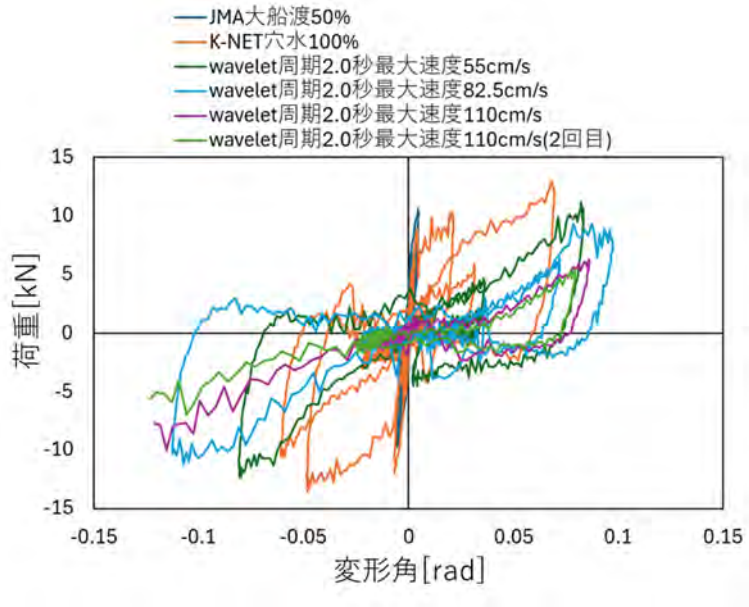


図2　筋交いなし試験体の荷重変位関係(HD金物が効く前まで)

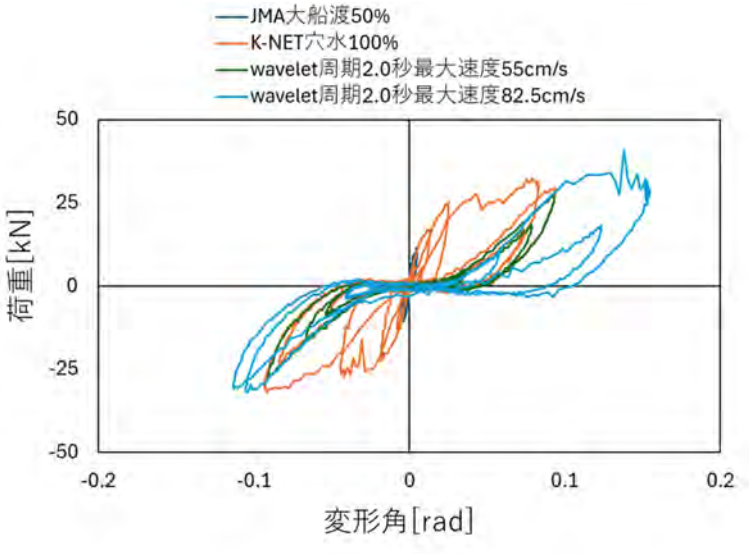


図3　筋交いあり試験体の荷重変位関係

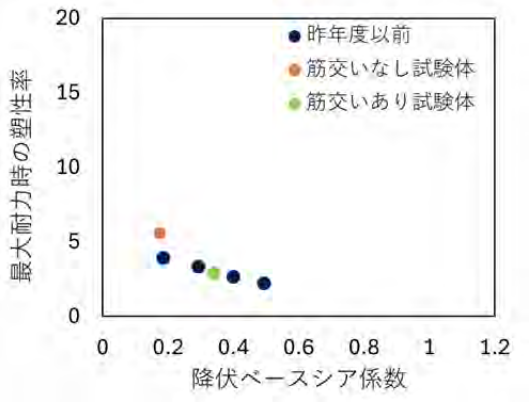


図4　降伏ベースシア係数―筋交い損傷時の塑性率の関係 （筋交いあり試験体は最大荷重時の塑性率）

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC09

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）震度の世界動向と即時性を有した真の強震動を反映した指標のあり方の検討
（英文）Global Trends in Seismic Intensity and Concept of a True Ground Motion Index with Immediacy

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震

（4）その他関連する建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）令和７年度の計画の概要：

過去の様々な地震の被害データに基づいて，建物の全壊・大破といった大きな被害と対応するように改正メルカリ震度階級（以下，MM震度階）を計算する手法について検討を行った．まず，建物被害データを用いて，地動最大加速度PGA，地動最大速度PGVによるMM震度階の算定式と，応答スペクトルによるMM震度階の算定式を構築し，実被害と対応するようにMM震度階を求める手法について検討を行った．次に，提案する算定法における各震度階で被害を受ける建物の耐震性能を定量的に表現するために，非線形地震応答解析によるMM震度階と破壊力の関係の検討を行った．

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

まず，既存の算定式を参考に，地動最大加速度PGAと地動最大速度PGVからMM震度階を求める算定式の検討を行った．表１に示す様々な地域の建物被害データによって構築した算定式では，図１に示すように本来甚大な被害が生じる震度Xでも建物被害が無いケースが多く，建物棟数が少なく参考値ではあるものの，長周期成分が卓越した西原村小森では無被害でありながらMM震度階最大となっている．これは，PGAは0.1秒以下の極短周期，PGVは10秒以上の長周期成分に対応しており，建物が全壊・大破といった大きな被害を受ける周期帯である周期1-2秒と対応していないためと考えられる．そこで，弾性加速度応答スペクトルからMM震度階を求める算定式を構築したところ，図２に示すように無被害のデータの震度階は小さくなり，実被害率と推定被害率の相関係数も図１と比べて向上することから，MM震度階の算定において建物被害と対応する周期帯の応答スペクトル値を用いる優位性が確認できた．

次に，構築した算定式に基づいて，各震度階で被害を受ける建物の耐震性能を震度階の解説表に定量的に示すための検討を行った．非線形地震応答解析によって木造，鉄筋コンクリート造，組積造の構造種別に，どの程度の降伏耐力を有する建物が全壊・大破といった被害を受けるか検討を行った．木造，鉄筋コンクリート造については既存の復元力特性モデルを用い，組積造については組積造構造実

験データベースの実験結果に基づいてTakedaモデルのパラメータを設定した．様々な降伏耐力の建物群を対象に表１の地震動を入力して求めた，MM震度階と全壊する降伏耐力の関係を図３に示す．図３に基づき，各MM震度階で全壊・大破する建物の耐震性能は表２のようになる．
本検討により，あるMM震度階でどの程度の耐震性能の建物が被害を受けるかの解説表に，「耐震性能の低い建物」のような各地域の耐震基準によって異なる耐震性能を示す表現ではなく，「降伏耐力が0.4以下の建物」のように地域によらず同じ耐震性能を示す表現を用いることが可能となった．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
本研究の成果は，最新の建物の地震被害データを基に構築されており，地域の建物データと地震動の息女即手法を組み合わせることで，地震直後の即時的な被害予測手法へと発展可能であり，貢献度は高い．また，国際的に利用されているMM震度階へと今年度の成果では計算式を展開させており，日本のみならず，海外でも利用される成果となっており，国内外の耐震性の地域性を考慮すれば，国際的に汎用性の高い手法として発展する．

(7) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表
中澤駿佑，汐満将史，境有紀：建物被害推定のための改正メルカリ震度階級算定法の検討　（その１）中低層建物の被害データを用いた定式化，令和７年度「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第３次）」成果報告シンポジウム，E201,2026
汐満将史，中澤駿佑，境有紀：建物被害推定のための改正メルカリ震度階級算定法の検討　（その２）組積造への適用性，令和７年度「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第３次）」成果報告シンポジウム，E202，2026.

(8) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：
高井伸雄（北海道大学）, 境有紀（京都大学防災研究所）, 松島信一（京都大学防災研究所）, 楠浩一（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
汐満将史（山形大学）, 中澤駿佑（宇都宮大学）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先
部署名等：京都大学防災研究所
電話：
e-mail：sakai.yuki.4s@kyoto-u.ac.jp
URL：

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者
氏名：高井伸雄
所属：北海道大学大学院工学研究院

地震	観測点名	PGA[cm/s^2]	PGV[cm/s]	d[%]
1993年釧路沖	JMA釧路	752.5	42.5	0.0
1995年兵庫県南部	JR鷹取	742.7	155.2	34.9
	大阪ガス葺合	834.0	129.3	15.3
	JMA神戸	848.0	105.7	2.5
2000年鳥取県西部	境港測候所	762.8	85.4	1.1
2003年十勝沖	K-NET標津	602.9	66.3	1.1
	K-NET広尾	985.6	48.9	0.0
2003年宮城県沖	JMA大船渡	1106.9	35.4	0.0
2004年新潟県中越	川口町震度計	1677.9	150.2	18.0
	JMA小千谷	974.0	93.6	1.2
	十日町震度計	1337.1	56.5	0.0
2007年能登半島	K-NET穴水	883.8	102.4	18.0
	JMA輪島	472.2	98.7	4.6
	K-NET能都	642.5	25.2	0.0
2007年新潟県中越沖	K-NET柏崎	812.0	127.0	4.2
	柏崎震度計	793.5	125.6	5.7
	長岡震度計	692.6	83.2	0/42
2011年東北地方太平洋沖	K-NET築館	2765.2	100.9	0/58
	K-NET日立	1951.4	68.5	0.0
2016年熊本（4/16）	KiK-net益城	1313.8	138.4	6.2
	西原村小森震度計	866.4	262.1	0/57
	K-NET熊本	843.2	95.2	0.0
1994年ノースリッジ	Santa monica city hall	866.8	41.6	1/23
	Tarzana cedar hill nursey	1966.5	109.9	0/10
	LA county fire station	731.8	119.5	2/27
1999年台湾集集	068	530.9	300.1	*2.8
	072	464.5	72.8	*9.7
	074	608.4	79.0	*8.7
	129	992.6	69.1	*0.0
2011年クライストチャーチ	REHS	723.8	99.8	15/98
	CCCC	472.4	68.8	2/23
	HVSC	1708.2	101.7	2/21
	PRPC	737.1	123.1	0.0
2023年トルコ南部	3129	1615.0	172.2	**3/83
	3141	975.0	124.6	**1/27
	4615	643.3	152.8	**0/55

PGA:地動最大加速度（水平2方向ベクトル合成）
PGV:地動最大速度（水平2方向ベクトル合成，加速度波形に0.1-10Hzのバンドパスフィルタをかけて積分）
I_{JMA}:気象庁計測震度，IMM:提案するMM震度階，IMM*:Wald(1999)によるPGA，PGVを用いた算定式
d:全壊・大破率(分数表示：建物棟数が100棟未満，*：崩壊した建物の割合から推定，**：衛星写真より判定)

表１　MM震度階算定式の検討に用いた強震記録と観測点周辺の建物被害率

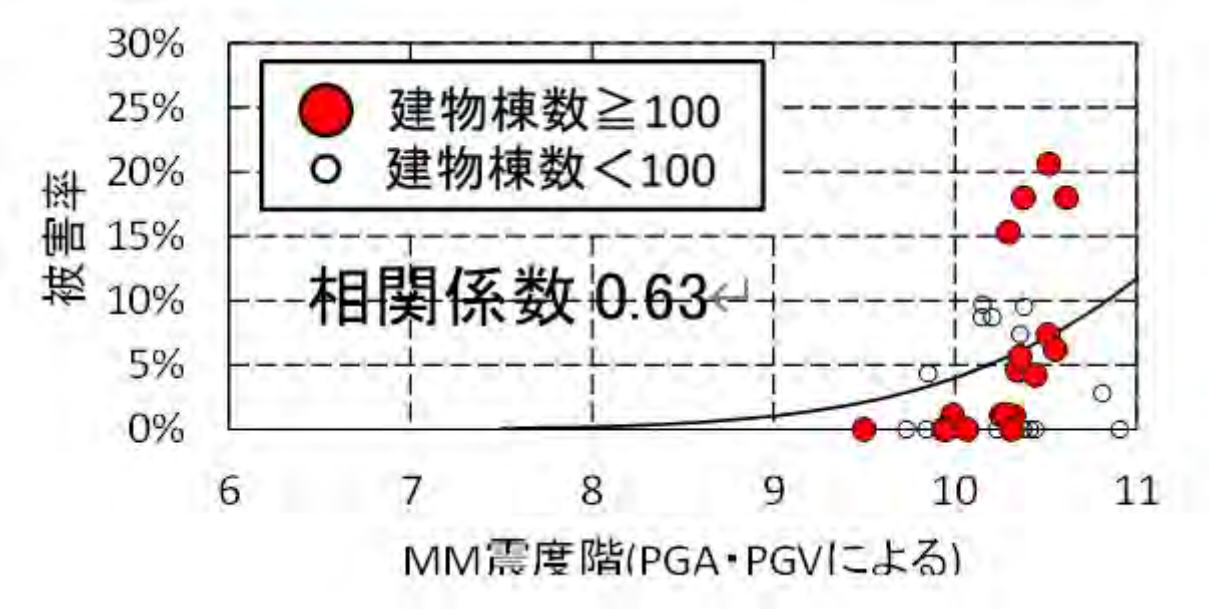


図１ MM震度階と被害率の対応（PGA・PGVによる算定法）

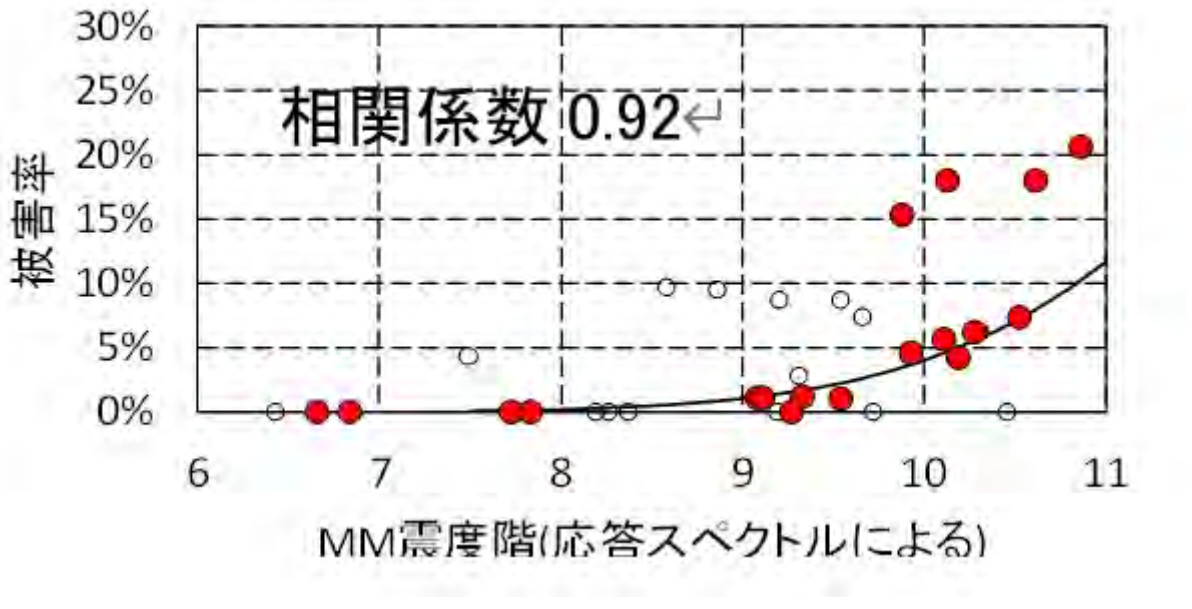


図２ MM震度階と被害率の対応（応答スペクトルによる算定法）

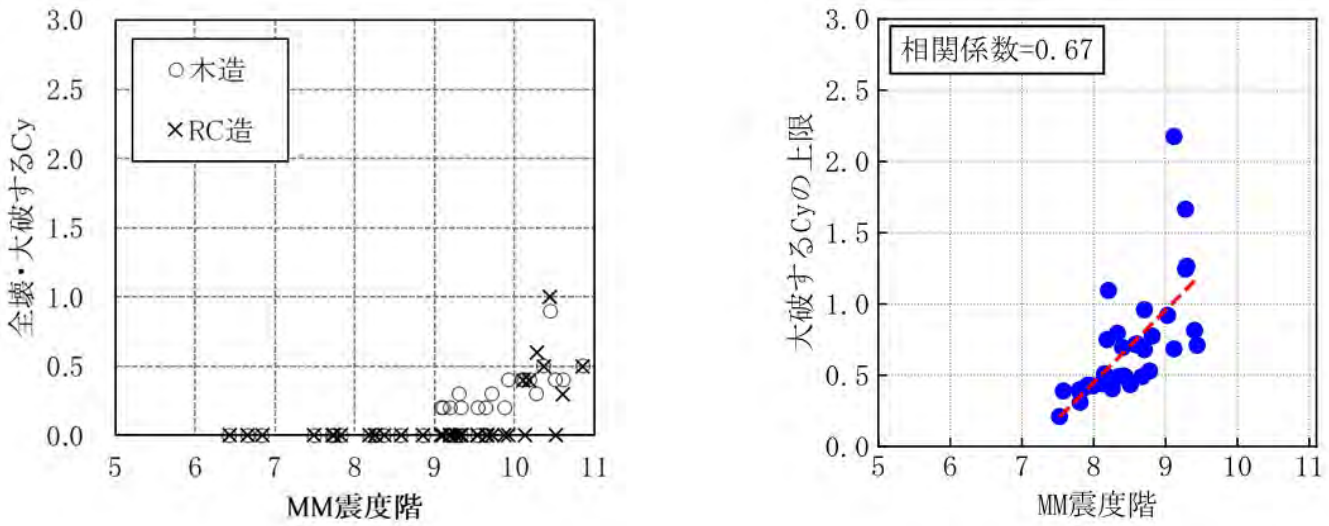


図３ MM震度階と全壊・大破する降伏耐力の関係

MM震度階	大きな被害を受ける建物の耐震性能
VII	木造 RC造 組積造　：降伏耐力が0．4以下
VIII	木造　：降伏耐力が0．2以下 RC造　：降伏耐力が0．3以下 組積造　：降伏耐力が1．0以下
IX	木造　：降伏耐力が0．2～0．3 RC造　：降伏耐力が0．3以下 組積造　：降伏耐力が1．0以上
X	木造　：降伏耐力が0．3以下以上 RC造　：降伏耐力が0．3以下以上 組積造　：降伏耐力が1．0以上

表２　各MM震度階で全壊・大破といった大きな被害を受ける建物の耐震性能

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC10

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）高精度な地盤増幅特性評価のための多様な地盤構造調査結果の統合化に関する共同研究
（英文）Collaborative Research on Integration of Various Underground Structure Survey Results for Highly Accurate Evaluation of Soil Amplification Characteristics

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

令和6年能登半島地震（2024/1/1，Mj7.6）では、石川県志賀町と輪島市門前町において震度7を記録し、奥能登地域を中心に甚大な被害が生じた。観測された強震記録は様々な周期特性を持ち、特に穴水や輪島などにおける周期1～2秒付近の地震動の卓越は顕著であり、建物の甚大な被害に影響を及ぼしたと考えられる。このような地震動の生成には、震源特性はもとより、地盤による地震動の増幅特性が強く影響しており、その生成要因を解明するためには、地盤構造の把握が重要な鍵となる。
令和6年度は、上記のような奥能登地域に多く存在する平野の一つとして、地震観測記録が多くある輪島市街地を対象に、余震観測や微動観測を実施し、地下構造モデルや地盤増幅特性などの検討を行った。これを踏まえ、令和7年度は、奥能登東部（輪島市東部，能登町，珠洲市など）の堆積平野を対象として、前年度同様、様々な観測結果の多角的な分析に基づいてで地下構造モデルを構築する。また、このモデルと既存の地下構造モデルとの関係や構築された地下構造モデルに基づく地盤増幅特性と建物被害との関係などから、モデルの妥当性について検討する。さらに、年に1回、研究会を開催し、現地調査の結果を共有するとともに、各種検討結果について意見交換を行い、様々な手法によって推定された地下構造を統合する際の課題の明確化、その課題の解決方法など今後のESG研究の課題も含めて議論する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1．はじめに

令和6年度の研究では、令和6年能登半島地震で甚大な被害を受けた地域の一つである輪島市街地において、2つの常設の地震観測点における地震動特性の差異、市内の被害分布の偏りの原因、また市街地とその周辺の地形等の地震動に対する影響について検討するために余震観測を実施し、さらにこれらの観測点周辺で微動観測を実施し、対象地域の地盤震動特性について検討した。令和7年度は、当初研究対象地域を奥能登地方東部に移し、令和6年度と同様の取り組みを実施する予定であったが、令和6年度の結果を踏まえ、輪島市街地での地盤モデルの高度化とそれに基づく地盤震動特性評価を引き続き行う必要があるとの判断から、本年度は輪島市街地の余震観測点近傍における微動アレイ観測や表面波探査等の地下構造調査を充実させ、加えて、より大きな半径での微動アレイ観測を実施することとした。

２．観測および解析の概要

図1に地震観測点位置ならびに微動アレイ探査地点を示す。JMA輪島とISK003を含む32点の地震観測

点周辺では、前年度に観測を実施した分を含めて、NT06とNT15を除く30点で浅部地盤による地震動の増幅特性の検討のための小さな微動アレイ探査（小アレイ、半径40 m～極小）を行った。またこれに加えて12点（JMA輪島、ISK003、NT01、15～17、HU01、03～05、QU01～02）で表面波探査を実施した。さらに、地震基盤からの地盤増幅特性を把握するための半径580～50 mの微動アレイ探査も平野内の数地点で実施した。
微動アレイ探査は、正三角形の頂点とその重心位置の計4点を基本とし、半径の異なる複数の正三角形を組み合わせた配置とした。機材は、Trillium Compact 20s（Nanometrics）、LE-3D/5s（Lennartz Electronic、現在はREFTEK）、JEP-6A3-10（Mitutoyo、現在は日本システム工業、感度：10V/G）のそれぞれのセンサーと収録器としてDATAMARK LS-8800（白山工業）、VSE-15D（東京測振）とDATAMARK LS-7000XT（白山工業）、GeophoneとLR8431（HIOKI）を組み合わせた。なお、個々のアレイでは全て同一の組み合わせを使用している。サンプリング周波数は100Hz、あるいは200 Hzとした。輪島市街地では各所で復旧工事が行われていたため、半径200 m以上のアレイは夜間または夕方に実施した。観測された記録の上下動成分に空間自己相関法を適用し、Rayleigh波の位相速度を求めた。なお、解析長、平滑化のバンド幅はアレイ半径毎に設定した。
表面波探査では、受信機にGS-11D Geophone（Geospace、固有振動数：4.5 Hz）を24個、収録器にGeode（Geometrics）を用いて、ハンマー起振による上下動を測定した。サンプリング周波数は8 kHz、時間長は2秒とした。測線の端部および中央においてそれぞれ5回起振し、スタッキングして解析に用いた。解析にはF-K法（Beam forming法）を用い、求めたRayleigh波の位相速度を微動アレイ探査の結果と接続した。
３．Rayleigh波の位相速度
輪島市役所の東側に位置するHU04では約0.3～30 Hzの広帯域でRayleigh波の位相速度が得られた。得られた位相速度は3 Hz付近より低周波数側で速くなり、0.4 Hzで2.7 km/sに達する。
平野の北西部、東側の段丘上やその麓、平野の南東側の地域の一部における位相速度は10 Hz以上の高周波数帯域で200 m/s程度以上だが、JMA輪島の周辺や輪島市役所の東側の平野部、鳳至川沿いの平野南西部等における位相速度は、最も遅い位相速度として約100 m/s程度の速度が検出されており、軟弱な堆積層の存在が伺える。しかし、位相速度が速くなる周波数は観測点によって異なり、その層厚にはばらつきがあると考えられる。K-NET輪島に近いHU05の高周波数側の位相速度は約400 m/sでおおよそ一定値に収束しており、K-NET輪島よりも速い。これは、中小地震の強震観測記録の比較においてもHU05よりK-NET輪島でスペクトルの振幅が10 Hz以上で大きいことと矛盾しておらず、K-NET輪島では極表層に軟弱な層が存在する一方で、HU05の表層は切り土地盤であると考えられる。
４．おわりに
本地域では既往研究により2、3次元の波動伝播を影響とした地震動の増幅が指摘されているが、今後はさらに検討を行い、地盤増幅特性の違い等の検討を進める。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
【「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況】
本研究の成果は、輪島市街地における観測記録から本震時の強震動の成因解明に資する地盤構造の情報を提供している。観測事実による知見を地盤構造のモデル化に還元することは、地盤構造モデルの精緻化や精度の検証にとって不可欠であり、強震動評価の高度化に貢献している。
【「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望】
地震災害の軽減に必要な強震動予測では、震源特性、伝播経路特性、地盤増幅特性を明らかにする必要があるが、本研究はこの内の特に地盤増幅特性の観点から強震動予測の高精度化に貢献するものである。今後、観測されたデータの詳細な分析等を通して、地盤による地震動の増幅特性に大きな影響を与える地盤構造モデルの高度化に資する知見を蓄積していく予定である。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

青井優太朗, 高井伸雄, 重藤迪子, 神野達夫, 2025, 2024年能登半島地震の余震観測に基づく石川県輪島市街地の地盤震動特性, 2025年度日本建築学会大会梗概集, 21236.

安部魁人, 神野達夫, 重藤迪子, 高井伸雄, 2025, 微動観測に基づく輪島市街地の地盤震動特性の検討, 2025年度日本建築学会大会梗概集, 21237.

津野靖士, 山中浩明, 是永将宏, 三宅弘恵, 大野登羽, 2025, 石川県輪島市西部の余震観測データを用いた地盤震動特性評価, 2025年度日本建築学会大会梗概集, 21238.

重藤迪子, 高井伸雄, 津野靖士, 山中浩明, 是永将宏, 三宅弘恵, 小阪宏之, 浅野公之, 地元孝輔, 神野達夫, 2025, 石川県輪島市における2024年能登半島地震の臨時余震観測点での微動アレイ探査および表面波探査, 2025年度日本地震工学会年次大会講演論文集, 20250330.

神野達夫, 重藤迪子, 髙井伸雄, 津野靖士, 山中浩明, 是永将宏, 三宅弘恵, 松島信一, 浅野公之, 山田伸之, 地元孝輔, 2025, 高密度余震観測と微動観測に基づく輪島市街地の地盤震動特性評価, 日本建築学会第53回地盤震動シンポジウム, pp. 3-8.

神野達夫, 重藤迪子, 高井伸雄, 津野靖士, 山中浩明, 小阪宏之, 浅野公之, 地元孝輔, 是永将宏, 三宅弘恵, 山田伸之, 松島信一, 2026, 輪島市内の2024年能登半島地震の臨時余震観測点における地下構造探査, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P67

(8) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地盤：微動探査・弾性波探査・速度検層
概要：微動アレイ探査および表面波探査を行った。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：石川県輪島市 37.3917504 136.895926
調査・観測期間：2025/9/26-2025/9/27
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

神野達夫（九州大学）, 重藤迪子（九州大学）, 松島信一（京都大学防災研究所）, 浅野公之（京都大学防災研究所）, 三宅弘恵（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
山中浩明（東京科学大学）, 津野靖士（東京科学大学）, 山田伸之（高知大学）, 高井伸雄（北海道大学）, 地元孝輔（香川大学）, 是永将宏（鉄道総合技術研究所）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：九州大学大学院人間環境学研究院
電話：
e-mail：kanno@arch.kyushu-u.ac.jp
URL：

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：神野達夫
所属：九州大学大学院人間環境学研究院

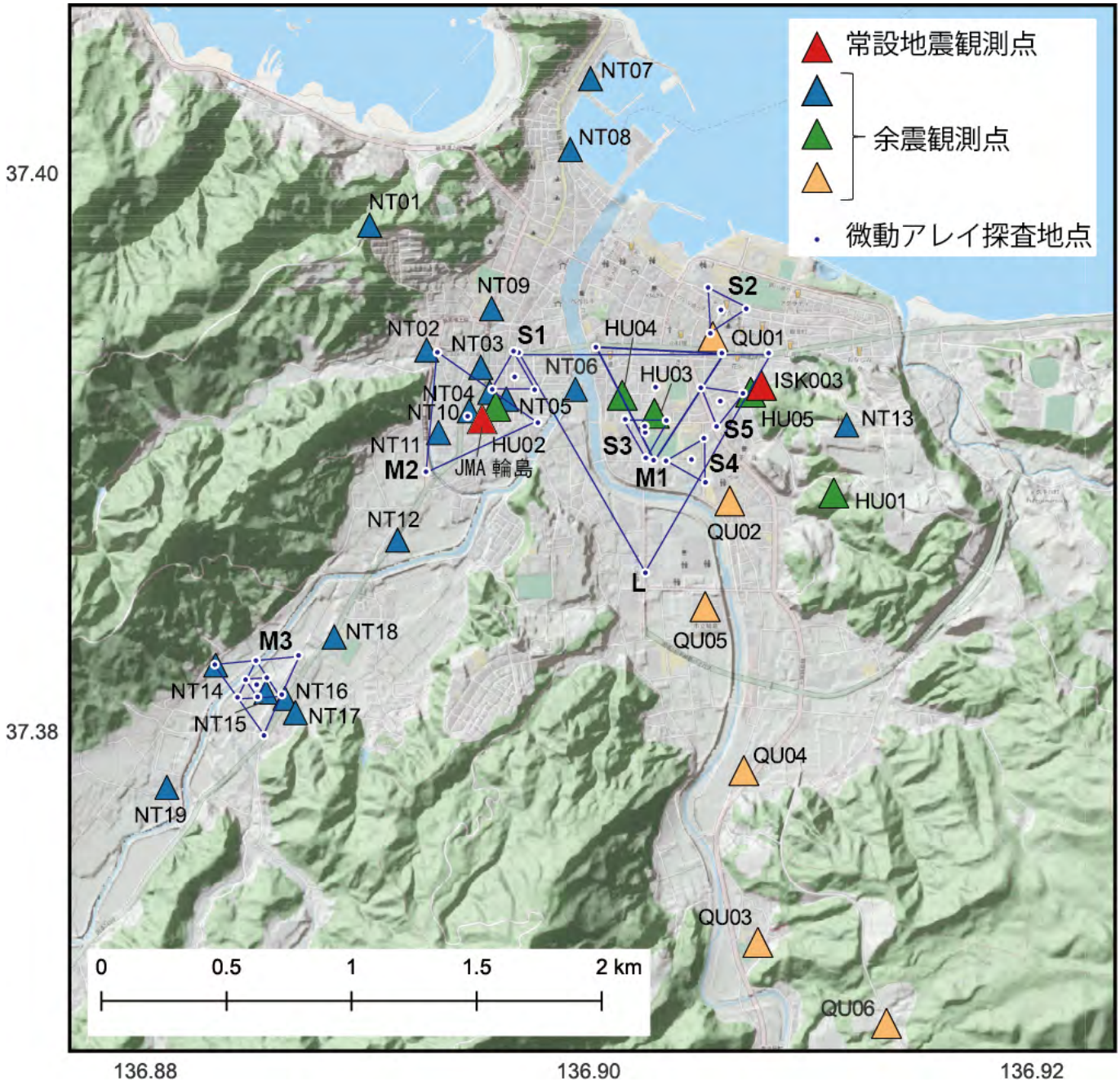


図1　地震観測点および微動アレイ探査地点（背景は地理院地図およびOpen Street Map）

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

松島信一（京大・防災研）, 長嶋史明（京大・防災研）, 加納靖之（東大・地震研）, 大邑潤三（東大・地震研）

他機関との共同研究の有無：無

吾妻崇（産業技術総合研究所）, 石瀬素子（山形大学理学部）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4080
e-mail：matsushima@sds.dpri.kyoto-u.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松島信一
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC11

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）1894年庄内地震の詳細な建物被害分布に基づく地震動特性評価手法に関する研究
（英文）A study on a method to evaluate ground motion characteristics considering the detailed building damage distribution during the 1894 Shonai Earthquake

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）令和７年度の計画の概要：

本研究ではまず、歴史資料に基づき1894年庄内地震の詳細な建物被害分布を再検討し、被害の大きかった地域だけではなく、被害が小さいもしくはほぼ無被害であった地域を洗い出す。その際に、集落の分布などを考慮し、被害状況が建物棟数に左右されないことを確認する。並行して、庄内平野において地震観測および微動観測をおこない、表層地盤による地盤増幅特性を推定するためのデータ収集を行う。最終的に、被害分布と地盤増幅特性の関係を精査し、さらに、震源断層の影響を考慮して、絶対的な地震動強さの推定に繋げる。

2024年度には、歴史資料による建物被害分布と当時の集落における建物分布などから、1894年庄内地震による被害分布を精査した。一方、庄内平野における複数点において地震動観測を実施し、庄内平野内の地盤増幅特性について調査した。さらに、微動観測を実施し、地震動観測地点間の地盤構造の変化などを補完的に調査することで庄内平野の面的な地盤構造を推定するためのデータを収集した。

2025年度には、2024年度までに得られた地震動記録と微動記録の分析により、面的な地盤増幅特性を推定する。また、1894年庄内地震の震源特性を加味して、地震動強さの推定を行う。一方、建物

被害分布について文献調査及び住民への聞き取り調査をさらに進め、建物被害の要因と分布を明確にする。推定した地盤増幅特性または地震動強さ分布と精査した建物被害分布の関係から、地震被害推定のために重要となる情報の整理を行い、将来の地震による被害推定手法の確立に繋げる。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

地震観測・解析に関する成果：

庄内地域の地下構造と地震活動の把握を目的として、庄内平野東縁断層帯北部の南部地域および北部地域において、1Hz地震計（LE-3DLITE MkIII）各10台を用いた臨時地震観測を実施した。観測期間は、南部が2024年3月から6月の約3ヶ月間、北部地域が同年3月から9月の約6ヶ月間である。

得られた波形記録を検討した結果、気象庁一元化震源リストに掲載されていない微小地震を20個確認した。現時点では（S波の読み取りの問題から）震源決定には至っていないが、周辺の基盤観測網の観測点での記録を加えてP波の到達時刻を検討したところ、20地震のうち４～５地震は庄内平野断層帯周辺で発生した可能性がある高いと考えられる。（残りの15～16地震は庄内平野の南西で発生したと推定される。）

これらの結果を踏まえ、庄内平野断層帯周辺の震源位置をより詳細に決定することを目的として、地震計10台を用いた臨時地震観測を2025年11月から今年度末まで実施予定である。

地盤構造推定に関する成果：

昨年度は、観測記録に基づく各地点の地盤構造の推定とそれによる地盤増幅特性を調べた。今年度は、各地点の地盤構造を統合し、三次元地盤構造モデルの作成を試みた。三次元地盤構造モデルについては、臨時観測により得られた微小地震や領域内の強震観測点で観測記録のある中小地震について、地震動シミュレーションを実施してその確からしさを確認し、必要に応じてチューニングを実施する。

資料調査に関する成果：

昨年度は、震災予防調査会による報告（大森，1984）のほか、『震災一途』（飽海郡，1984）、『震災救助一途』（飽海郡，1984）、『悲愴惨怛両羽地震誌』（今村次郎・両羽震災取り調所，1984）、『明治二七年甲午年両羽地震記』（阿部，発表年不明）、『震災当時日誌』（高橋吉郎治，1894）、『庄内大地震実見誌』（宥散士，発表年不明）、『酒田大地震の惨状及震後の状況一班』（和田謙一郎，1894）、『東田川・飽海三郡甲午大地震記』（鶴遒舎主人，1894）、『明治二八年新町仮小屋買い物控』（小山家文書，1895）の内容を整理し、その分布をArcGIS上で可視化確認した。

今年度は、『東田川郡震災實記』（著者不明，発表年不明）、『地域の基礎資料』（酒田市立十坂小学校所蔵）、『庄内大震災の記憶』（佐藤勇太，1951）に記された東田川郡、西田川郡、飽海郡の建物被害や地変、および揺れの様子や地鳴りの記録について表形式で整理した。被害の記録のなかでも、地割れ、亀裂、泥砂や水の噴出などの液状化現象による記述が多くみられた。この中には、『日本の液状化履歴マップ745−2008』（若松，2011）に収録されていない３地点での液状化現象の発生やこれらの様子が含まれており、1894年庄内地震による地域的な被害についての新たな知見を得ることができた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

庄内平野における臨時地震観測により、庄内平野東縁断層帯周辺の微小地震活動を検知することができた。この成果は、1894年庄内地震の際に活動した断層帯を推測する上で重要な情報となることが期待される。昨年度から今年度にかけて、観測記録に基づく地盤構造の推定とそれによる地盤増幅特性を調べ、三次元地盤構造モデルの作成を試みたが、震源と地盤構造を組み合わせること過去の地震の際の被害との関係を示すとともに、将来の地震時の強震動予測による災害対策策定に活用できる成果が得られた。

中小地震の地震動シミュレーションにより地下構造の確からしさを検証した上で、庄内平野東縁断層帯北部を震源とした強震動シミュレーションにより、1894年庄内地震の被害分布の再現性を確認する。次に、庄内平野東縁断層帯南部を震源とした強震動シミュレーションを行い、現在の建物についての被害予測を行うことで、災害の軽減に貢献する。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

石瀬素子・大邑潤三・飯野真帆・加納靖之・長嶋史明・吾妻崇・松島信一，2025，1894年庄内地震の被害記録のデジタルデータ化と被害分布に関する検討，歴史地震，40，33−43, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Yamamoto, Kohei, Shinichi Matsushima, Fumiaki Nagashima, YuTing Chou, Thinzar Yadanar, Motoko Ishise, Junzo Ohmura, Yasuyuki Kano, Hiro Itsukuma, Yuu Anda, Hiroki Yamanaka, Takashi Azuma, 2025, Estimation of the subsurface structure and its seismic amplification characteristics of the Shonai Plain, Japan derived from microtremor observation records, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting, Lisbon, 31.8. –5.9.

松島信一・山本耕平・長嶋史明，2025，微動および地震観測記録に基づく庄内平野における地下構造と地盤増幅率の推定　その1 観測概要および観測結果，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），21221

山本耕平・長嶋史明・松島信一，2025，微動および地震観測記録に基づく庄内平野における地下構造と地盤増幅率の推定　その2 地下構造および地盤増幅率の推定，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），21222

笠松健太郎・山本耕平・長嶋史明・松島信一，2025，微動および地震観測記録に基づく庄内平野における地下構造と地盤増幅率の推定　その3 地下構造の妥当性検証，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），21223

日下部優佳・石瀬素子，2025，1944年左沢地震（山形県）に関する調査，第４２回歴史地震研究会（豊岡大会），P-02

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

松島信一（京大・防災研）, 長嶋史明（京大・防災研）, 加納靖之（東大・地震研）, 大邑潤三（東大・地震研）

他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4080
e-mail：matsushima@sds.dpri.kyoto-u.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松島信一
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC12

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）巨大地震による建物被害予測およびリスク評価の高精度化に関する研究
（英文）Research on improving the accuracy of building damage prediction and risk assessment due to large earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
イ. 津波の事前評価手法
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法
イ. 津波の即時予測手法
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
火山

（4）その他関連する建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（5）令和７年度の計画の概要：

地震発生直後の面的地震被害推定を目的として，実際の被害を精度よく説明できるような木造建物群モデルの構築と推定精度の検証を行った．具体的には，一自由度系を用いた靭性能が耐力に依存する非線形建物群モデルと個別要素法を用いた建物群，および，2自由度系を用いた3つのモデルで地震被害推定を行い，それぞれが過去の被害調査データと整合するかを調べた．

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
(a)一自由度系非線形建物群モデル
まず，様々な耐力をもつ2階建て木造建物の実大実験データを17体分集めて分析した結果，耐力（降伏ベースシア係数）が小さくなると，最大耐力時の塑性率が大きくなる傾向がみられた（図1）．さらに，軸組試験体と壁試験体の実験データを重ね合わせて，壁量が徐々に減る解析を行うと，耐力が小さくなるほど最大耐力時の塑性率が大きくなる傾向がみられた（図2）．そこで，最大耐力時から数倍変形が伸びたら全壊と定義し，全壊変形が耐力に依存する一自由度系建物群モデルで被害率（=全棟数に対する被害棟数の割合）を推定した結果，最大耐力時の約2倍変形して全壊するモデルで，靭性能一定よ

りも実際の被害率を精度よく説明できた（図3）．
(b)個別要素法を用いた建物群モデル
まず，耐力壁の仕様や量が異なる14体の2階建て建物を設定した（図4と表1，表1の数字は図4に対応）．この建物群モデルに表2の地震動を入力し，耐力壁が損傷したら全壊と定義した．全壊した建物から解析上の被害率を求め，実際の被害率（表2）と比較したところ，被害を過大評価したが，建物耐力を1.4倍すれば被害調査データを精度よく説明できることがわかった（図5）．
(c)2自由度系を用いた建物群モデル
これまで用いてきた等価1自由度系ではなく，2自由度系を用いて建物群モデルを構築した．その結果，2自由度系の場合，全壊に至る変形を最大耐力時の変形で割った全壊倍率が3.5の時，精度は等価1自由度系と同程度になることがわかった．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

境　有紀（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：有
汐満将史（山形大学工学部）, 中澤駿佑（宇都宮大学地域デザイン科学部）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4045
e-mail：sakai.yuki.4s@kyoto-u.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：境　有紀
所属：京都大学防災研究所

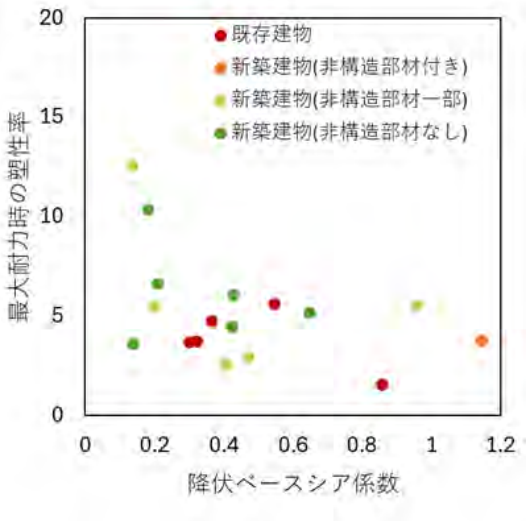


図1 実大実験における降伏ベースシア係数―最大耐力時の変形の関係

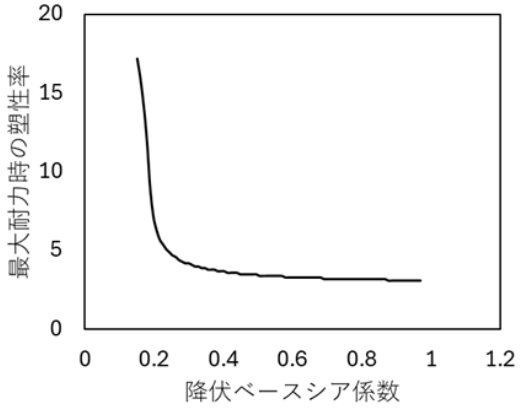


図2 重ね合わせ解析における降伏ベースシア係数―最大耐力時の変形の関係

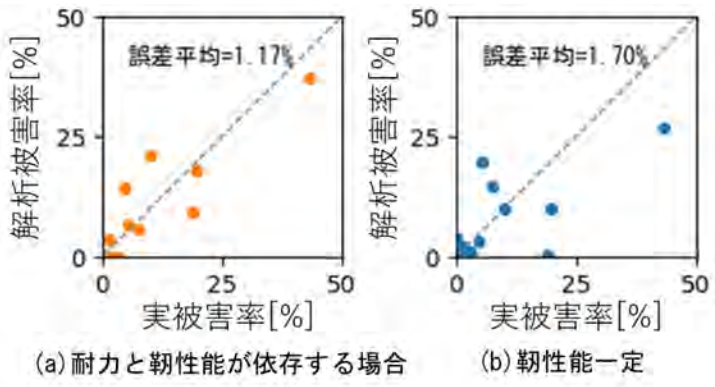


図3 実被害率-解析被害率の関係

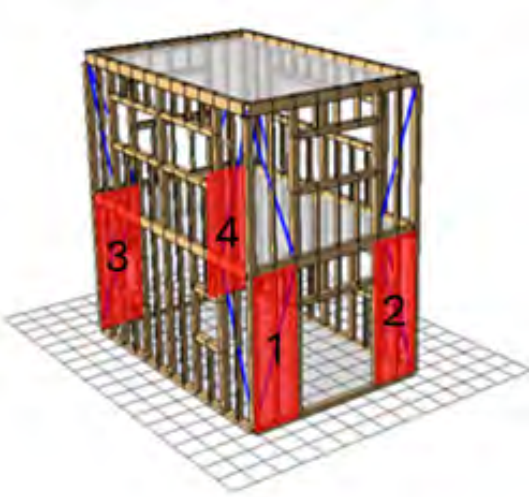


図4 建物モデルの外観

	1	2	3	4
M0				
M1	筋交15＊90釘			
M2	筋交30＊90釘			
M3	筋交45＊90釘			
M4	筋交15＊90釘			筋交30＊90釘
M5	筋交30＊90釘			筋交30＊90釘
M6	筋交30＊90釘			筋交45＊90釘
M7	筋交45＊90釘			筋交45＊90釘
M8	筋交30＊90釘		筋交30＊90釘	筋交30＊90釘
M9	筋交45＊90釘		筋交30＊90釘	筋交45＊90釘
M10	筋交30＊90釘	筋交30＊90釘	筋交30＊90釘	筋交30＊90釘
M11	筋交45＊90釘	筋交30＊90釘	筋交30＊90釘	筋交45＊90釘
M12	筋交45＊90金	筋交45＊90金	筋交45＊90金	筋交45＊90金
M13	合板	筋交45＊90金	筋交45＊90金	合板
M14	合板	合板	合板	合板

表1 各建物の仕様（番号1~4は図1に対応）

地震発生年	1995	2004	2007	2007		2011	2016
地震名	兵庫県南部地震	新潟県中越地震	新潟県中越沖地震	能登半島地震		東北地方太平洋沖	熊本地震
観測名	JR鷹取	JMA小千谷	K-NET柏崎	K-NET穴水	JMA輪島	K-NET築館	KiK-net益城
実被害率	43.1	1.8	5.3	18.8	4.7	0.0	6.3

表2 強震記録と実際の被害率[%]

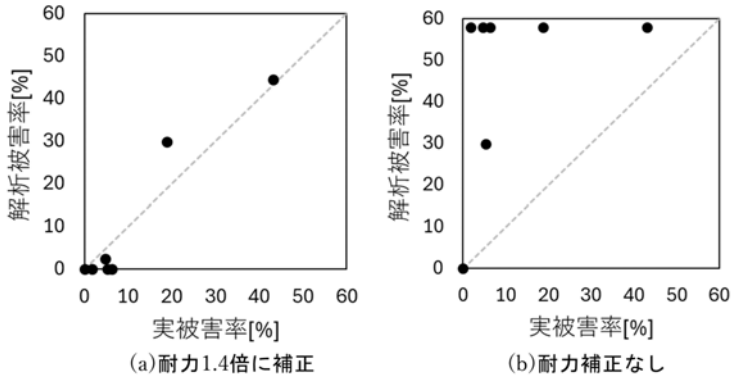


図5 被害推定結果

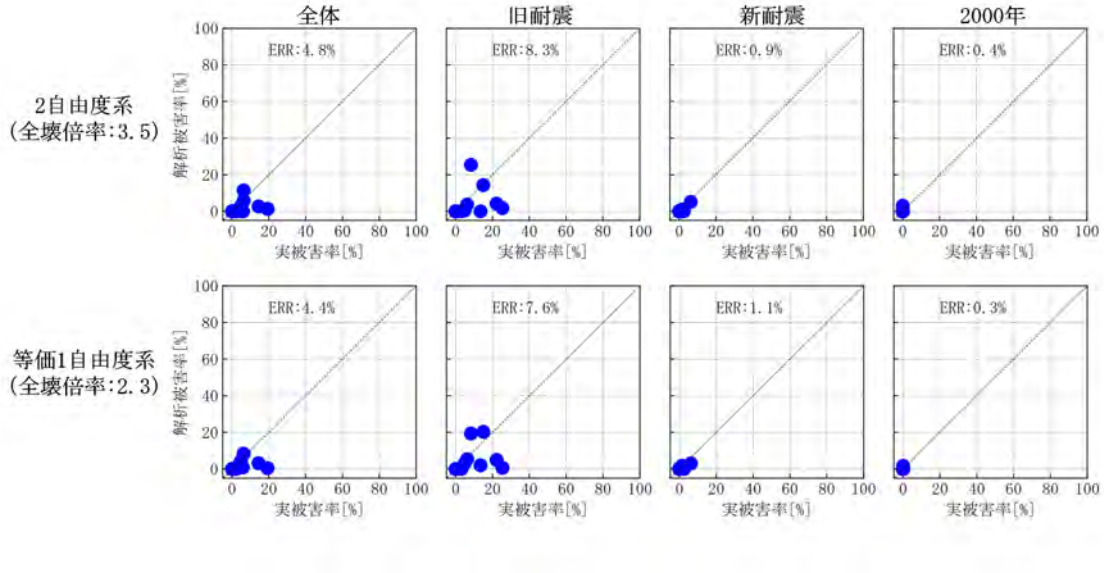


図6 2自由度系と等価1自由度系を用いた建物群モデルの精度

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学大学院情報学環
電話：03-5841-5745
e-mail：coco2012qlair@g.ecc.u-tokyo.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：酒井　慎一
所属：東京大学大学院情報学環

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC13

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ地震臨時情報における社会の受け止め方の違い
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
イ. 津波の事前評価手法
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法
イ. 津波の即時予測手法
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
火山

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

南海トラフ沿いの巨大地震は、多くの人が、いずれ起きると信じているが、そのような社会において「南海トラフ地震臨時情報」が出されて、人々はどのようにその情報を受け止めて、どんな行動をとることになったのか、アンケート調査やインタビュー調査等に基づいて明らかにする。その結果に基づいて、どのような情報が必要だったのか、どのような行動に結びつけることが良かったのかを検討する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、地震による被害を受けた地域の住民たちへのインタビュー調査を行った。２０２６年１月１６日～１８日に島根県安来市で行った。この地域では、訪問する１０日前の１月６日にM6.2の地震が発生し、島根県や鳥取県で震度５強を観測していた。そのため、大きな被害はなかったものの、地震に対する関心度が高いのではないかと考えたからである。さらに、以前（２０１７年）、１０００点の臨時観測点を設置させていただき、大変お世話になっていた地域でもあり、地震の観測研究に対して理解を示す方たちが多かった地域でもある。前回もお世話になった地点を中心に、１２か所に地震計を設置させていただき、その地震計設置作業を行う中で、地震に関しての質問を行った。まず、今回の地震がどうだったのか、その時の様子から聞いてみた。前回（２０００年鳥取県西部）の地震の揺れに比べて強かったものの、長くは続かなかったと、多くの人が感じていた。幸い倒壊した家や道路がほとんど無かったため、日常生活に支障はなかった。しかし、この地震がいつまで続くのか、もっと大きな地震に繋がるのではないか、教えて欲しいと言われた。能登半島の地震や三陸沖の地震の報道を聞いていたためか、小さな地震活動に続けて大地震が発生した例を知っていて、今後の地震

活動の推移に不安を感じている人が多かった。その一方で、南海トラフの地震については、名前は聞いているものの、太平洋側のことなので、この地域には関係ない、と思う人がほとんどであった。そのため、夏に出された臨時情報に関しても、特に注目したという人はなく、それをきっかけに身の回りの点検とか、防災グッズの再確認といった具体的な安全行動に結びつけた人はいなかった。自らの地域でない限り、情報が出されたとしても、わがことのように感じ取って、自らの防災対策を見直すきっかけにするのは、やはり難しいようである。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
南海トラフ地震の被害想定域近傍で、同様のインタビューを行い、地域差を見出すことができるよう、データを集める予定である。

(7) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

(8) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

酒井　慎一（東京大学大学院情報学環）
他機関との共同研究の有無：有
林　能成（関西大学社会安全学部）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学大学院情報学環
電話：03-5841-5745
e-mail：coco2012qlair@g.ecc.u-tokyo.ac.jp
URL：

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：酒井　慎一
所属：東京大学大学院情報学環

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC14

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）首都直下地震の災害リスク評価のための震源モデルの構築
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(2) 首都直下地震

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

首都圏における災害リスク評価のうち、強震動のハザード評価を行うためには首都圏の下に存在する太平洋プレート、フィリピン海プレート、ユーラシアプレートの境界またはそれぞれのプレート内部に震源モデル群を想定する必要がある。そこで、過去の地震活動に基づく地震ハザード評価のための震源モデル群などを参照に、首都圏の災害リスク評価に大きな影響を与える M7 クラス以上の震源像を抽出する。加えて、首都圏で長周期地震動が生じる可能性のある相模トラフ、南海トラフ、日本海溝に沿う巨大地震についての知見も収集する。また、関東地方のGNSSデータを最新の測地基準系ITRF2020で再解析し、現在の地殻変動速度やひずみ速度分布を把握する。東北地方太平洋沖地震の余効変動を簡易補正した上で、相模トラフから沈み込むプレート境界面の固着状況を推定する。さらに、時空間ETASモデル等を用いて地震活動のクラスタリングの時空間変化を解析し、固着分布やスロースリップイベントとの関係を比較する。これらの結果を統合し、プレート境界における大地震発生ポテンシャルの評価と、その社会経済的影響を見据えた評価手法の構築を目指す。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

首都圏における災害リスク評価のうち、強震動のハザード評価を行うためには首都圏の下に存在する太平洋プレート、フィリピン海プレート、ユーラシアプレートの境界またはそれぞれのプレート内部に震源モデル群を想定する必要がある。令和 7 年度には、過去の地震活動に基づく地震ハザード評価のための震源モデル群などを参照に、首都圏の災害リスク評価に大きな影響を与える M7 クラス以上の震源モデルを抽出した。並行して、首都圏で長周期地震動が生じる可能性のある相模トラフ、南海トラフ、日本海溝に沿う巨大地震について洗い出した。

GEONETや大学等の1995年以降のGNSSデータを最新の解析ストラテジーで座標値の再計算を行い、AICを用いたGNSS座標時系列のステップの検知に基づく手法(Nishimura et al., 2014)を用いて、関東地方で発生する短期的SSEの客観的検出を行った。相模トラフ沿いにおいて、2024年2-3月の大規模な房総SSE(Mw6.6)の３ヶ月前に、その深部側で微小なSSE（Mw6.0)が発生していることが明らかになった（図1）。ただし、この房総SSEにともなう顕著な地震活動は見られなかった。また、日本海溝沿いの浅部では、銚子沖で2016年以降に年平均1.7個のSSEが発生していることを明らかにし、そのほとんどがテクトニック微動を伴っていた（図2, 図3）。一方、テクトニック微動が活発な茨城県沖では、短期的SSEがそれほど検出されなかったが、これはGNSSデータの検知能力が銚子沖より低いからである可能性がある。

房総SSEに付随して発生する地震活動について、テンプレートマッチング手法を適用することで、2018年の房総SSE中とその発生前の地震活動の時空間発展を明らかにした。2018年の房総SSEの

発生前の2016年７月に、まとまった地震活動の増加が見られたが、プレート境界付近の地震活動とスラブ内の地震活動が同時に起きているように見える。また、房総SSEが発生中の地震活動は、2018年6月3日から活発化し、南東方向へ拡大した後、最大M4.9のイベントが６月12日に発生した。その後、活動域は陸側へ移り、南東側に向けて活動域は拡大したことが明らかになった。
関東地方周辺の地震活動データに対して、時間ETASモデル（Ogata, 1988）を拡張したモデルを適用し、地震活動クラスタリングの特徴を評価するとともに、スロースリップイベントに起因する可能性のある群発地震活動を抽出した。具体的には、従来の時間ETASモデルに、ガウス関数に従う外力起源の地震発生レートの増加項を導入した拡張モデルを作成し、20年間（2001年から2010年および2016年から2025年）の気象庁一元化震源データ（Mjma 1.5以上）に適用した。その結果、スロースリップイベントとの対応関係が知られている4系列の既知の群発地震活動に加え、新たに6系列の群発地震活動を同定した（図4）。現在、新たに同定した群発地震活動とスロースリップイベントとの対応関係について検討を進めている。
地震などの大規模自然災害が経済に及ぼす間接的かつ波及的な影響を高精度で把握することを目的として、日本経済を1:1スケールで再現する高性能計算（HPC）対応のエージェントベース経済モデル（ABEM）の開発・高度化を進めている。従来の災害後経済分析は、産業連関表や国民経済計算などのマクロ統計に基づく集計的手法が中心であり、企業や家計といった個々の経済主体間の複雑な相互依存関係や、ガス・水道・交通網などのインフラ復旧状況への依存性を十分に表現できないという課題があった。特に大地震のように被害が地域的に偏在する場合、被災企業の設備損壊だけでなく、非被災地域の企業にもサプライチェーンの断絶などを通じて影響が及ぶため、主体レベルでの精緻な分析が不可欠である。そこで本研究では、帝国データバンク提供の約140万社の企業実データを用いて企業エージェントを初期化し、従来のマクロ統計分解による初期化方法と比較検証を行った。2015年第1四半期から2020年第2四半期までを対象に数値シミュレーションを実施した結果、企業レベルの詳細データを用いるほど不確実性が低減し、GDPや産業別生産額、さらには個別企業の生産動向まで高い精度で過去実績を再現できることが確認された。本モデルは、災害後の経済復興政策の効果を定量的に評価し、より実効性の高い復興計画を検討するための有力な分析基盤となることが期待される。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

加藤　愛太郎（東京大学地震研究所）, Maddegedara Lalith（東京大学地震研究所）, 松島　信一（京都大学防災研究所）, 西村卓也（京都大学防災研究所）, 西川友章（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：03-5841-8252
e-mail：akato@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：加藤　愛太郎
所属：東京大学地震研究所

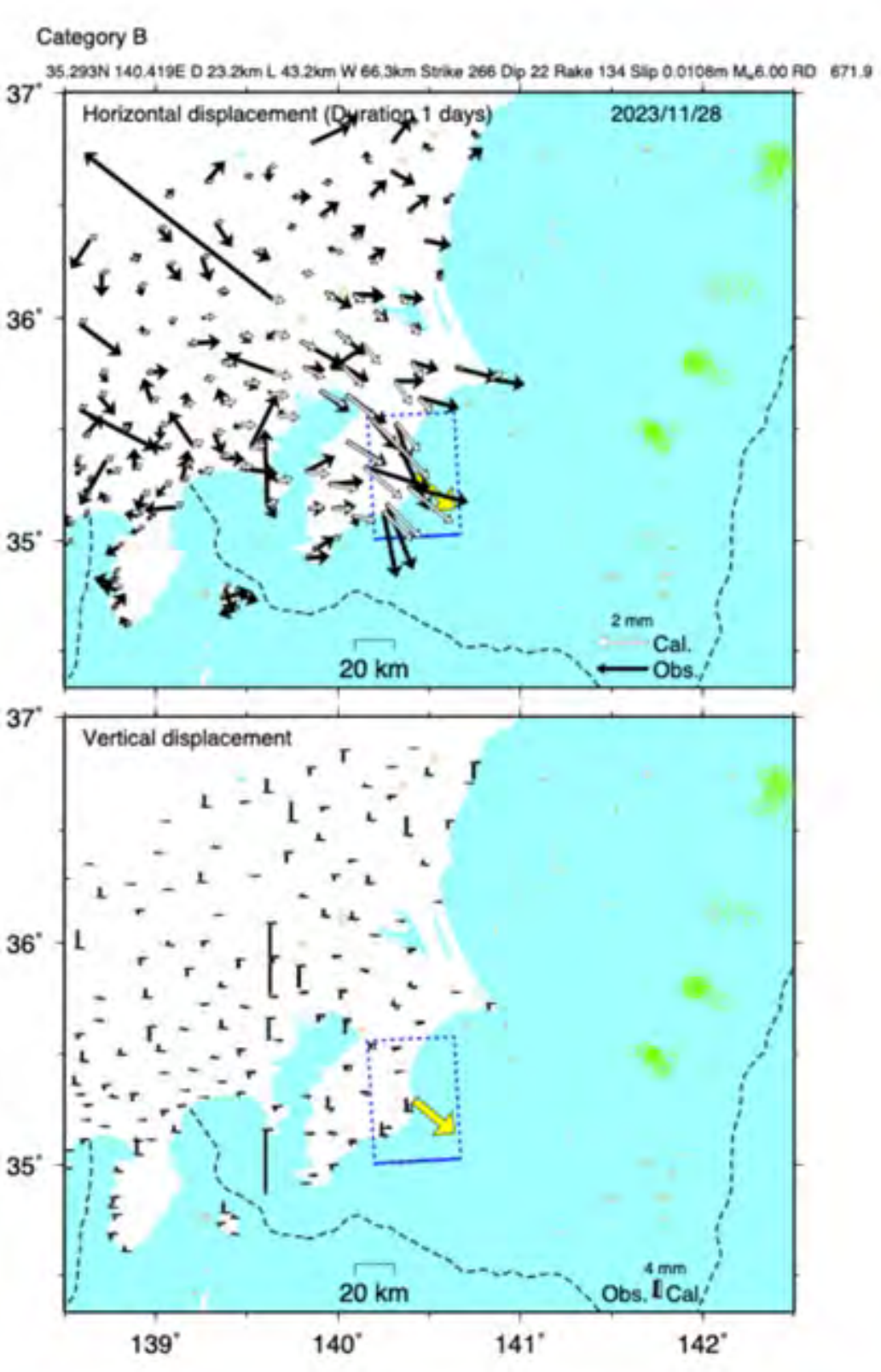


図1. 相模トラフ沿いで2023年11月頃に検出されたSSE
2024年2-3月の大規模SSE(Mw6.66)に先行した2023年11月28日頃の短期的SSE(Mw6.00)。緑丸と紫丸はテクトニック微動（Sagae et al., 2025)を表す。

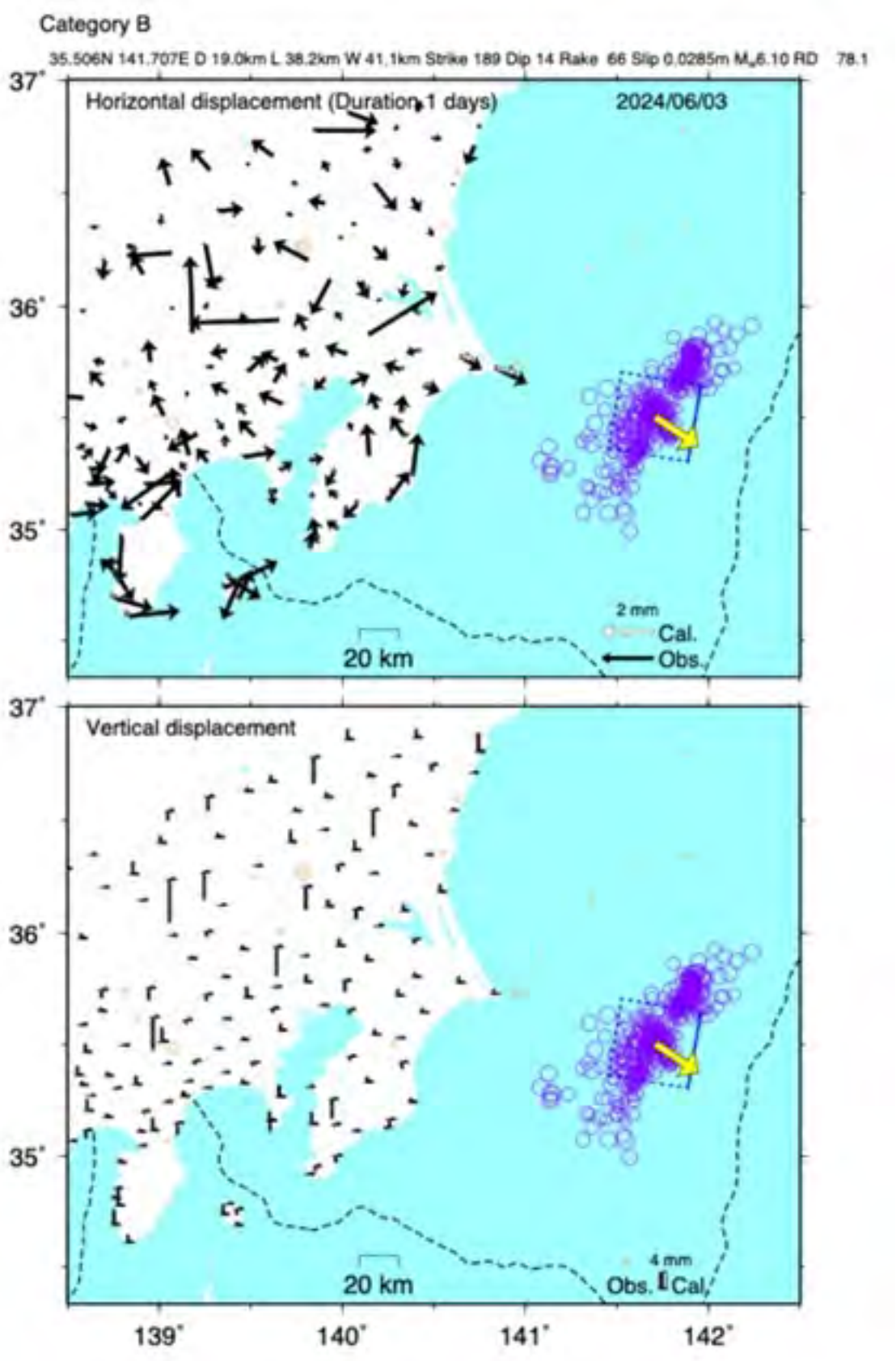


図2. 日本海溝沿いで2024年6月頃に検出されたSSE
2024年6月3日ころの短期的SSE(Mw6.10)。緑丸と紫丸はテクトニック微動（Sagae et al., 2025)を表す。

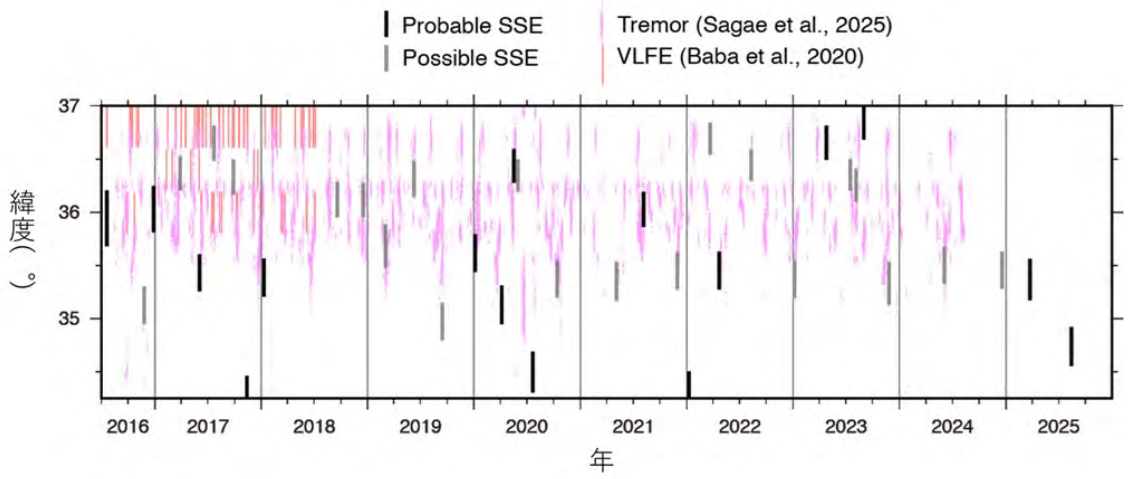


図3. 日本海溝沿いで検出されたSSEの発生履歴。
銚子沖のSSEでは、ほとんどがテクトニック微動を伴っている。銚子沖のみSSEの検知能力が高い（水藤, 2020）ため、多くのSSEが検知されているが、それ以外の場所（微動が盛んな茨城県沖など）でもSSEが発生している可能性がある。

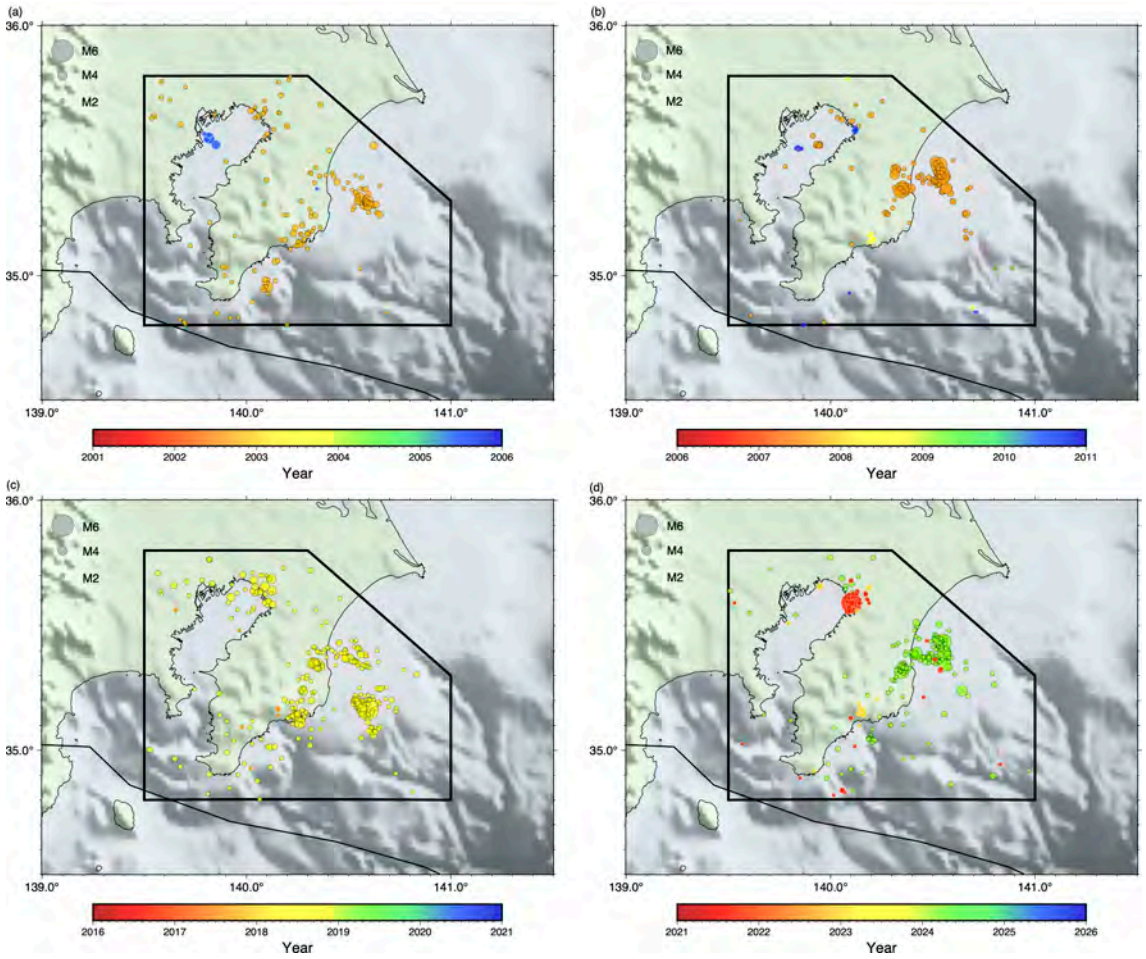


図4. 検出された群発地震の震央分布
(a)2001年1月から2005年12月、(b)2006年1月から2010年12月、(c)2016年1月から2021年12月、(d)2021年1月から2025年12月。黒い縁取りの丸は先行研究ですでに報告されている群発地震の震央を示す。白い縁取りの丸は本研究で新たに検出された群発地震の震央を示す。丸の色は、群発地震の発生時期を示す。黒い太線は、解析対象領域を示す。

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC15

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）高経年RC建物の微動と強震観測双方を用いた即時被害予測手法の基礎的検討
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）令和７年度の計画の概要：

建物が地震による被害を受けたときに被害を把握するために観測記録を得ることは、その直後の被害把握に非常に有用である。被害を即時に把握するためには、卓越振動数の変化と建物自体の変形（変位）を知ることが考えられる。建物の卓越振動数は、損傷を受けることで低下するが、損傷を受けなくても季節、もしくは気温によって変化していることがしられている。本研究では、戦後の高度成長期に建築され、過去10年以上地震観測を実施してきた鉄筋コンクリート造建物を対象として、改修による変化、およびその後の経年変化について検討する。また、Wavelet変換によって加速度記録から建物の変形を算出して、地震時の建物挙動を把握する。建物地震被害予測の精度向上を目指す。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

観測対象としている建物は鉄筋コンクリート構造５階建てである。平面形状が細長い構造を有しており、一昨年度の改修後においても卓越振動数が季節変動していることがわかっている。この季節変動については剛性の変化では説明がつかないほど大きく変動している。加速度記録を変位に変換して建物振動性状を詳細に調べることとした。加速度記録から建物の変形挙動を求めるためにWavelet変換を用いた手法を用いた。東西の差分（ねじれ振動）の方が大きくなる時間帯は夏期の記録に多く見られた。一方で一部例外も見られ、すべての記録が季節によって一意に分類はできなかった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

これからは、築60年を超えて、コンクリートの中性化など経年変化も進んだ建物をさらに使用し続けようと改修する事例は増えることが予想される。このような高経年建物を対象に観測を継続して、改修前後の比較、改修後の経年変化を観測し、即時被害把握の精度向上を目指すことは災害発生時の即時対応に役立つものと考える。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中村友紀子（千葉大学大学院）

他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：千葉大学大学院　工学研究院
電話：043-290-3144
e-mail：nakamura.yukiko@faculty.chiba-u.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中村友紀子
所属：千葉大学大学院　工学研究院

令和７年度年次報告

課題番号：CTOC16

（1）実施機関名：

拠点間連携共同研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）飛騨山脈震度観測ネットワークの高度化とその情報共有の在り方の研究
（英文）Feasibility Study of Constructing an Intensity Network in the Hida Mountain Region

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）令和７年度の計画の概要：

第一年度である今年度は、サーバによるデータ処理システムを大学の外部で運用するための実験として、民間のレンタルサーバを借用して、現在の試験観測と同様のデータ処理が可能なようにシステムの再構築を行う。また、これに対応するための簡易震度計本体のソフトウエアの改修も実施する。加えて、過酷な観測環境による機器の消耗やあらたな設置希望に備えて数台の予備の機材を製作する。さらには、情報共有の目標が必ずしも同一ではないと考えられる、地域の利害関係者を交えて、情報の共有の在り方やその方法についての議論を進め、その実装を図る。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

第一年度である今年度は、技術的課題の克服の一環として、設置機器のハードウエア、および、防災研に設置しているサーバおよび各観測点のソフトウエアの改良を進めた。今年度は7月から9月の夏山時期に、主に、飛騨山脈脊梁部の観測点である、西穂高岳、涸沢カール、北穂高岳、蝶が岳などの観測点の機器のソフトウエアの改良を実施した。ソフトウエアの不備については、実際の有感地震が発生した際に発覚することが多く、地震活動が静穏な現状では改修が遅々として進まない面もある。なお、当初予定していた、データ処理サーバを大学の外部で運用する技術的な実験については、想定していた電算機会社の担当者の異動により、仕様決定等が遅れたために充分な実施ができず、次年度に持ち越しとなった。

また、運用上の課題である、地域社会への情報提供の在り方の検討や、将来的に大学ではなく、利害関係者によるシステム運用に移行する件についての意見交換を実施した。10月には、現在の本システムの仮運用の最も重要なパートナーである、飛騨山脈南部の山小屋関係者との意見交換会を上高地内部で実施し、これらの課題についての議論を行った。本計画は、当初は行政関係者とは無関係に、我々と地域の関係者が協働するボトムアップの計画として開始したものではあるが、情報発信に関しては何らかの形で行政の関与によるオーソライズを期待する議論もあった。これを受けて、12月には、松本市安曇支所にて、松本市の関係部署の担当者と上高地内部の関係者の代表者をも交えて、行政としてどのような関与が可能であるかの議論を行った。これらの議論の内容を踏まえ。次年度は今後の運用形態に関する議論を深めていく予定である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に

対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究では、独自の安価な簡易震度計を製作・導入し、当地域で必要とされる地点に面的に機器を設置し、きめ細かい震度分布を非公開の内部情報として得ることができる持続可能な震度観測ネットワークを構築する。また、その情報発信の在り方の意思決定とシステムの運用を災害情報の専門家の知見を得ながら地域の利害関係者による組織が担うことを目指す。これが実現すれば、風評被害等の原因を作らずに各利害関係者の必要に応じた高密度の地震情報（震度分布情報）を迅速に得ることが可能になり、当地域の地震防災に資することが期待される。このように本研究は地震学から得られた既往要素技術と災害情報を扱う防災学の集成により構築したシステムによる、災害軽減に貢献するための社会実装に軸足を置いた計画である。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

大見士朗、2025、飛騨山脈南部における震度観測ネットワーク構築にむけて(2)、JpGU2025、MIS12-P01、2025/5/29、千葉県幕張市.

大見士朗、2025、北アルプス南部における震度観測ネットワークの構築の試み、日本地震学会2025年秋季大会、S02-01、2025/10/21、福岡市.

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

大見士朗（京都大学防災研究所）, 飯高 隆（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

齋藤武士（信州大学理学部）, 秦 康範（日本大学危機管理学部）, 南沢 修（山梨大学地域防災マネジメント研究センター）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4236
e-mail：ohmi.shiro.6r@kyoto-u.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大見士朗
所属：京都大学防災研究所



Fig_1：簡易震度計センサー設置例

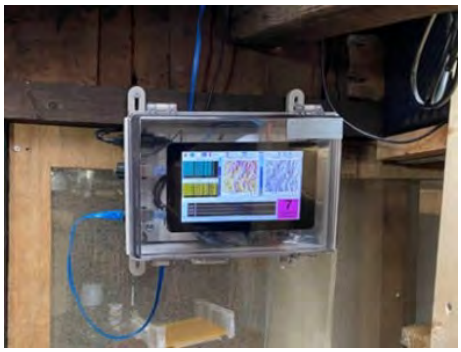


Fig_2：簡易震度計表示部設置例

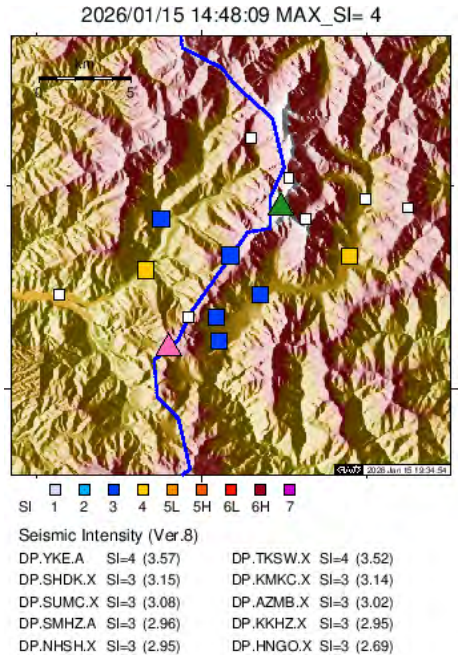


Fig_3：震度相当値の観測例
2026年1月15日14時48分頃に岐阜県飛騨地方で発生したM5.2の地震の震度相当値の観測例。当該地震の気象庁による震度は、奥飛騨温泉郷栃尾で震度3、松本市安曇で震度2であったが、本観測網では奥飛騨温泉郷中尾と上高地内部で震度4相当の揺れを観測した。

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI01

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山活動と火山近傍の地震活動との関連性に関する研究
（英文）Study on the relationship between volcanic activity and seismic activity near volcanoes

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山活動が活発化する際にマグマの蓄積・上昇過程において火山性地震が増加し，噴火規模に応じて地震活動の範囲や規模が大きくなることが多い。火山近傍において群発的に地震が発生することがあるが，その地震活動が火山活動の前駆現象である場合（例えば，1989年伊東沖，1990年雲仙普賢岳）と直後には火山噴火に至らない場合がある（例えば，焼岳，開聞岳，岩木山）。また、群発地震活動は長期に渡る場合や何度も繰り返し発生することも多く，群発地震活動の初期段階で噴火に至る可能性を判断することは難しい。火山体から離れた場所で地震活動が発生した場合，噴火活動と関連のある地震活動かどうか判断できない場合もある。本課題では火山近傍で発生する地震活動についてデータベースを作成し，火山と群発地震域との距離関係，群発地震活動の時系列変化や震源メカニズム，GNSSなどの地盤変動データの特徴，周辺の地震波速度構造や広域応力場との関係を調べ，火山噴火に至った事例の共通項を見出し，火山活動と火山近傍の地震活動との関連性を明らかにすることを目的としている。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度
桜島，焼岳，開聞岳，諏訪之瀬島の定常観測点の維持を行い，地震活動（群発的な地震）と噴火の履歴を調べる。桜島の南西部や開聞岳については群発地震活動域の近傍に臨時観測点を設置して，地震活動域の範囲やメカニズムの推定を行う。開聞岳については，1967年に群発地震活動が発生しており，現在も周辺の地震活動は高い状況であり火山活動との関連性を調べる。特に，焼岳においては繰り返し群発地震が発生していることから群発地震の特徴を精査する。

令和7-8年度
上記以外の火山について，主に一元化震源や地震カタログを用いて，火山近傍で発生する地震活動の範囲（火口からの距離）や規模，関連する火山現象（火山性地殻変動や噴気異常など）の有無，繰り返し地震活動が発生する場合は時系列を整理してデータベースを作成する。
火山周辺における地震活動のうち，噴火に至った事例の震源移動，規模，メカニズムなどの時系列を整理し，噴火に至る共通項を見出す。

令和9-10年度
地震活動時の周辺の地盤変動データがある地域では，応力場と火山活動の関連性を明らかにする。地震活動と火山体周辺の構造や周辺応力場との関連を調べる。
火山周辺において発生した比較的規模の大きな過去の地震について，その地震活動域と現在の地震活動との比較を行い，火山活動との関連性を調べる（例えば，1914年大正大噴火前に薩摩半島西方で地震活動および噴火直後の桜島地震、1968年えびの地震など）

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題は火山近傍で発生する地震活動についてデータベースを作成し、火山と群発地震域との距離関係、群発地震活動の時系列変化や震源メカニズム、GNSSなどの地盤変動データの特徴、周辺の地震波速度構造や広域応力場との関係を調べ、火山噴火に至った事例の共通項を見出し、火山活動と火山近傍の地震活動との関連性を明らかにすることを目的としている。桜島、焼岳、開聞岳、諏訪之瀬島の定常観測点の維持を行い、地震活動（群発的な地震）と噴火の関係を調べるための基礎観測を継続した。姶良カルデラを含む桜島で発生した過去の群発的な地震活動のデータベースの作成を継続した。３次元地震波速度構造トモグラフィで得られた構造を使用して震源の再決定を行った。それにより、姶良カルデラ北東部、桜島東部、桜島南西部で活発な地震活動が見られ、それぞれの領域で発生する地震について、P波初動の押し引きとPS振幅比を用いた震源メカニズム解の推定を行った。姶良カルデラ北東部の地震のうち浅部（0-3km）では正断層もしくは逆断層型の地震が卓越していて、深部（3-11km）は北東-南西圧縮の横ずれ型の地震が多く発生している。カルデラ北東領域の海底には若尊火山が存在しており活発な熱水噴出が発生していることから浅部の正断層と逆断層の地震は熱水活動に関連して発生していると考えられる。また、桜島南西部の領域で発生する地震は全てが正断層型であり、姶良カルデラのマグマ溜まりから桜島へマグマ貫入が生じて桜島南西部が引張場となることで地震が発生していると考えられる。群発地震活動がたびたび発生する焼岳においては、京都大学防災研究所に保管されている様々なメディアに蓄積されていた地震データのwinフォーマット化と大容量ディスクへの一元化がほぼ完了した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本課題は火山近傍で発生する地震活動についてデータベースを作成し、群発地震活動や震源メカニズムなどに着目し、火山活動と火山近傍の地震活動との関連性を明らかにすることを目的としている。姶良カルデラで発生する群発地震活動の時空間変化と発生メカニズムの解明を進めており、これらは地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化のうち火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明に貢献している。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

焼岳で発生する群発地震の時空間変化のデータベース化を行う。また、桜島や焼岳以外の火山について、主に一元化震源や地震カタログを用いて、火山近傍で発生する地震活動の範囲や規模、関連する火山性地殻変動や噴気異常など火山現象の有無、繰り返し地震活動が発生する場合は時系列を整理してデータベースを作成する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

為栗健（京都大学防災研究所）, 中道治久（京都大学防災研究所）, 大見士朗（京都大学防災研究所）, 山本圭吾（京都大学防災研究所）, 山田大志（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0992932058
e-mail：tameguri.takeshi.2u@kyoto-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：為栗健
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI02

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）日本列島の地震―火山噴火の基本場解明：地殻とマントルにおける物質，温度・流動-変形，応力場

（英文）Understanding of basic fields of earthquakes and volcanic eruptions in Japanese islands: stress and strain, fluid-magma, temperature, and flow fields in the crust and mantle

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震・火山現象の機構の解明には、物質場、温度場、流動―変形場、応力場など基本場の理解が不可欠である。基本場とその性質の理解に基づいてこそ、初めて異常が定義・検出でき、なぜ異常（例えば地震破壊やマグマの発生・移動といった時空間的に局在した現象）が発生するのか、その機構に定量的制約を課すことができる。本課題では、前期の課題を引き継ぎ、まずはそれら基本場について、これまでよりもより包括的かつ高精度に求めると共にその生成メカニズムについて理解を深める。さらに各基本場の情報を合わせることで、Geofluid Mappingを核として、まずはprimitive なものになることが予想されるが、その統合的理解を行うことを目標とする。具体的には、栗駒火山周辺域や日光・足尾地域など特定の地域において、Geofluid Mappingから得られる地殻流体の組成込みの分布と、震源分布、応力場、地表および地殻内変形場、温度場等とを比較することで、地殻の変形や地震の発生が流体の分布とどのように関わっているのかを明らかにする。さらに、地殻の変形や応力場が地殻流体の分布や移動をどのように規定しているのか、つまりは地殻流体と変形・応力場の相互作用について理解を深める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

［物質場］深部流体やマグマの分布を定量的にとらえつつ、上昇・移動過程を明らかにすることを大きな目標とする。このため、地下水（温泉水、鉱泉水、湧水を含む）や溶岩の野外調査・試料採取と分析（主成分・微量および同位体組成）・データ解析（多変量統計解析、機械学習手法を含むプロセス推定）・シミュレーションを組み合わせ、沈み込むスラブからの脱水に始まり、マントル・地殻中の移動と反応、マグマの生成過程、湧出・噴火に至るまでの基本場と日本列島に沿ったそれらの場の変化の解明を目指す。また、地震火山活動が活発な日光・足尾地域において、電磁気MT法観測を実施し、地下の電気伝導度構造を明らかにする。実験的・数値的研究を基に、亀裂の選択配向も考慮して、アスペリティ接触が生じている現実的な亀裂のモデルを構築する。上記の電気伝導度や岩石バルク物性に関する最新の研究成果を取り入れつつ、栗駒火山周辺域や跡津川断層域、本課題でMT法観測を実施する日光・足

尾地域などに対してGeofluid Mapping（岩質、液体の種類や組成・量・分布のミクロ形状パラメターの同時推定）を適用し、地殻流体の分布を組成込みで推定する。

［温度・流動－変形場］本研究課題で構築してきた対流−流体発生と移動の数値モデル、およびマグマ生成温度・圧力条件に基づくマントル温度構造推定に基づき、日本列島下の温度構造-流れ場の確度の高い推定を行う。「沈み込み帯のdislocation model」の開発を引き続き着実に行うことにより、海洋プレートの沈み込みに伴う島弧の３次元的な変形をそのメカニズムも含め明らかにすると共に、観測データに基づき地形や重力異常分布、応力状態、火山分布などに関する比較沈み込み学的研究も進める。スパースモデリングを導入することにより、GNSSの観測データから活断層スケールでの地殻変動場の高解像度推定を行うと共に、地殻内部の変形場についても、ガウス過程に基づく逆解析手法を導入することにより、弾性歪みと非弾性歪みの区別含め、空間解像度を大きく上げて推定する。

［応力場］大地震時に滑り分布から期待される応力変化と観測応力場の時空間変化の比較により、空間変化も含めた絶対応力についてより的確な拘束を課す。そのため、M7級の内陸地震を対象に、誤差も含めて高精度に滑り分布を推定することに加え、地震波形解析とAI技術を組み合わせ当該地域のモーメントテンソル解を高精度に多数求める。ガウス過程に基づく応力逆解析を用いて応力場の時空間変化を求めることで、応力の載荷過程や地震後の緩和過程の検出を目指す。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

［物質場］

塑性領域である地殻深部に存在する亀裂を想定し、塑性変形が亀裂閉鎖に及ぼす影響を明らかにするためのモデル実験を行った。実験では、石英ガラスと方解石単結晶の円板を常温で加圧しながら、透過P波の振幅変化を調べた。加圧前後の方解石試料の表面形状を非接触３次元形状測定機（ZYGO, Nexview）により計測した。図１に、加圧に伴う振幅の変化(a)、加圧前後の方解石試料の表面高さ分布(b)を示す。加圧に伴う振幅の増加は、石英ガラスと方解石試料との固体接触の面積が増大することを反映している。初期粗さの異なる実験結果を比較すると、高圧（100 MPa）での振幅の初期粗さによる違いはごく小さいが、低圧（< 50MPa）での振幅増加率は初期粗さが粗いほど小さかった。これは粗い面では少数の接触点での大変形が生じるのに対して、滑らかな面では多数の接触点での小変形が生じることを反映していると考えられる。加圧後は表面の高い部分が失われており、接触部分が塑性変形したことを示唆している。

電気比抵抗を含む岩石の輸送特性は岩石中の空隙の連結度に強く依存する。空隙が円盤状クラックの場合を対象に、数値シミュレーションにより、空隙の連結度を定量的に見積もった。その結果、クラックのパーコレーション閾値はクラック密度パラメータに換算すると0.22〜0.25程度であることが確認できた。また、クラックの向きに異方性がある場合も、クラックの連結度は等方性であるという結果が得られた。

昨年度得られた日光・足尾地域の3次元比抵抗構造に対して感度解析を行った。その結果、低比抵抗域の比抵抗は100Ωm未満と考えられることが分かった。また、先行研究（Adachi et al. 1999）で推定されている地温、メルトの電気比抵抗の実験式(Laumonier et al. 2015)を用い、岩石中のメルトの体積分率が9.8 vol%より高いと推定された。日光白根山・男体山のマグマ供給系と考えられる低比抵抗域の上端付近では2013年にM6.3の地震も発生しており（図２）、地殻流体が本地域の火山および地震活動に関与している可能性を示唆する。

「地殻流体の実態と分布」をとらえるため、Geofluid Mappingを進めた。東北地方中央部の栗駒火山―2008年岩手・宮城内陸地震震源域を含む東西80㎞・南北50㎞・深さ0-40㎞の領域において、地震波速度－電気伝導度の同時解析を行い、岩質・液体相の種類と量、液体分布形状の等価アスペクト比、および連結度を定量的に評価した。その結果、モホ面付近に広く分布するマグマとその冷却にともなって放出される水溶液流体が、当地域の地震や火山活動を引き起こしていることが明らかとなった（図３）。牛首断層－跡津川断層－高山大原断層帯を含む飛騨高山地域において、Geofluid Mappingを進めた。この地域では、北北西―南南東方向の２次元断面（水平方向〜70㎞、深さ40㎞の断面）において、地震波速度と電気伝導度のデータが得られており、前年度に採取・分析した温泉水・地下水・湧水の地球化学データ、既存の周辺火山（特に２次元断面の南端付近に位置する御嶽山）の溶岩組成を考慮して予察的な解析を行った。

富士山周辺の地下水（温泉水、井戸水、湧水）を対象に、火山ガスの混入状況を定量化するGeofluid Mappingを進めた。広域での野外採水調査に基づき、溶存ガスのヘリウム同位体比

（3He/4He）を分析した結果、温泉水の多くは大気（1Ra）よりも有意に高い比（最高～8Ra）を示し、地下深部から上昇したマグマ由来ガスの混入が明確に検知された。対照的に、井戸水や湧水は大気と同等の比を示した。さらに、水温、pH、電気伝導度（EC）、溶存酸素（DO）、酸化還元電位（ORP）の5項目を統合した「水質レーダーチャート」を作成し、平時における富士山の水の「基本場（標準的な形）」を定義した（図４）。これにより、マグマ活動の活発化に伴う深部流体の上昇を、基本場からの逸脱として初動段階で迅速に検知する監視体制の基盤を構築した。並行して、マントルでのマグマ生成から上昇・噴出にいたるまでの全過程を解読するために、(1)テストフィールドとしての、富士・箱根の岩石・地球化学的研究、(2)沈み込んだプレートから地表までの流体・マグマの移動時間を制約するため、ウラン系列中間核種（238U-230Th-226Ra）について、迅速かつ平易な放射非平衡の分析手法の開発を進めた。富士・箱根火山については、既存の約200試料から選定した溶岩試料について、同位体分析を進めると同時に、主成分・微量元素組成を用いた多変量解析により、潜在プロセスの解析を進めている。

［温度・流動場］

2011年東北地方太平洋沖地震（東北沖地震）の直後に、福島県いわき市周辺およびその海域下では、伸長場を示唆する地震が多発した。当該地域は、2011年の地震前にはあまり地震活動は活発ではなかったものの、必ずしも逆断層型ではなく、固有の地下構造や応力場の存在を示唆する。この原因を探るため、当該地域の断層、地震分布、地殻変動、地殻熱流量、および沈み込みの数値モデリングを開始した。

［変形・応力場］

ABICに基づく基底関数展開法を中部日本のGNSSデータに適用し歪み速度場を推定した。その結果、東北沖地震前は強い東西短縮場だったものが、地震後は広範囲で東西伸張へと反転したことが分かった（図５）。歪み速度場の顕著な変化は能登半島周辺にも及んでおり、圧縮応力の弱化が地殻流体の上昇運動を促進し、2024年能登半島地震に先立つ群発地震活動を誘発した可能性を指摘した (Nozue and Fukahata, 2025)。また、内陸の通常地震と低周波地震における放射エネルギー特性の差異とそれに由来するローカルマグニチュードとモーメントマグニチュードの系統的乖離を定量的に明らかにした（Orimo et al., 2025）。

7月30日に発生したカムチャツカ地震の滑り分布をPDTI（Potency Density Tensor Inversion）法を用いて解析した。その結果、９ｍを越えるすべり域が広範囲に広がっていることが分かった。同地域では、 1952年に今回の地震とほぼ同じ規模（M8.8 - 9.0）の巨大地震が発生しているが、今回の地震発生までの期間のプレート収束量は高々約６ｍに過ぎない。この事実はTime predictable model を初めとする地震が周期的に発生するという概念、つまりは既存の地震発生確率の算定法に重大な疑義を投げ掛けるものである (Yagi et al. 2025)。

物理法則を組み込む深層学習（Physics-Informed Neural Network: PINN）による地震時地殻変動解析を、これまでの二次元問題から三次元問題に拡張した。実際の観測データと三次元地下構造モデルを用いて断層すべり分布を推定し、同手法が地震現象のモデル化に有効であることを実証した（図６；Okazaki et al., 投稿中）。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

上述のように、地震発生及び火山活動を支配する場、即ち、物質場、温度・流動場、応力・変形場などの解明を着実に進めた。これらの研究は、関連の深い建議の項目、中項目(5)（エ）「地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化」に、直接および間接に深く貢献する。

例えば、日光白根山・男体山のマグマ供給系と考えられる低比抵抗域の上端付近では2013年にM6.3の地震も発生しており（図２）、地殻流体が本地域の火山および地震活動に関与している可能性を示唆する。この成果は、地震活動、火山活動及びそれらの総合作用の理解を目指すという中項目(5)の[エ]に直接的に貢献する。また、小項目［ウ］の火山のマグマ供給系の解明にも直接的に貢献するとともに、小項目[イ]の内陸地震の破壊と地下構造の関係の解明のためにも重要な情報を与えている。

電気比抵抗や透水率などの輸送特性は岩石中の空隙の連結度に強く依存する。高温高圧下で地殻内の亀裂がどのように閉じるか、それがどのように観測量に反映されるかについて理解を深めることで、より高い確度で流体分布が推定できる。今回定量的に推定した岩石中のクラックのパーコレーション閾値や連結度は比抵抗構造から地下の流体量や透水率を推定する際に活用できるため、小項

目[イ]、[ウ]、[エ]に関係し、地下構造（地下流体分布）と地震・火山活動の関係の理解に貢献する。さらには、GeofulidMappingの結果は、地下における水溶液やマグマの分布を可視化するものであり、中項目(5)「地震発生及び火山活動を支配する場の解明」に直接的に貢献するだけでなく、災害軽減の実現に果たす役割も大きい。

東北沖地震前後の歪み速度場の変化が能登半島の群発地震や2024年能登半島地震を誘発した可能性があるという指摘は、内陸大地震の発生メカニズムの理解に大きく貢献するものである。2025年カムチャッカ地震の解析結果も、南海トラフ地震に留まらず既存の地震発生確率の算定法に大きな疑義を投げ掛ける重要な成果である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ishizu, K., Goto, T., Fukahata, Y., Koike, K., Vachiratienchai, C., & Siripunvaraporn, W., 2025. Inversion algorithm determining sharp boundaries in electrical resistivity tomography, Geophysics, 90, WA221-WA233. https://doi.org/10.1190/geo2024-0385.1, 査読有, 謝辞無

Nozue, Y. & Fukahata, Y., 2025. Influence of the 2011 Tohoku-oki earthquake on the strain-rate field around the Noto Peninsula, Earth Planets Space, 77:80. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02190-0, 査読有, 謝辞無

Yagi, Y., Fukahata, Y., Okuwaki, R., Takagawa, T., & Toda, S., 2025. Breaking the cycle: Short recurrence and overshoot of an M9-class Kamchatka earthquake, Seismica, 4.2, ISSN 2816-9387. doi:10.26443/seismica.v4i2.2012, 査読有, 謝辞無

Sato, D.SK, Hori, T., & Fukahata, Y., 2025. Differentiating frictionally locked asperities from kinematically coupled zones, J. Geophys. Res.: Solid Earth, 130, e2024JB030357. https://doi.org/10.1029/2024JB030357, 査読有, 謝辞無

Orimo, Masaki, Keisuke Yoshida, Toru Matsuzawa, Taka'aki Taira, Kentaro Emoto, Akira Hasegawa, 2025, Systematic Differences in Energy Radiation Processes Between Regular and Intraplate Low-Frequency Earthquakes Around the Focal Area of the 2008 Mw 6.9 Iwate-Miyagi, Japan, Earthquake, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, 3, e2024JB030750, https://doi.org/10.1029/2024JB030750, 査読有, 謝辞無

Yoshida, Keisuke, 2025, Different Seismogenic Environments of Interplate and Intraslab Earthquakes: Re-Examination of Apparent Repeating Earthquakes, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, 8, e2025JB031433, https://doi.org/10.1029/2025JB031433, 査読有, 謝辞無

Tu¨lay Kaya-Eken, Yasuo Ogawa, Yoshiya Usui, Takafumi Kasaya, M. Kemal Tunçer, Yoshimori Honkura, et al., 2025, 3-D electromagnetic imaging of highly deformed fluid-rich weak zones and locked section of the North Anatolian fault beneath the Marmara Sea, Geology, https://doi.org/10.1130/G52995.1, 査読有, 謝辞無

Yoshiya Usui, Makoto Uyeshima, Shin'ya Sakanaka, Yusuke Yamaya, Yasuo Ogawa, Masahiro Ichiki, et al., 2025, Crustal fluids and their relation to seismic activities in the Nikko-Ashio area of Northeastern Japan inferred by electrical resistivity imaging, Tectonophysics, 917, 230958, https://doi.org/10.1016/j.tecto.2025.230958, 査読有, 謝辞有

Mizuki Ishida, Yuki Hieda, Shuhei Araki, Koichiro Fujinaga, Toru Shimizu, Masaharu Tanimizu, Cindy Broderick, Hitomi Nakamura, Hikaru Iwamori, Shiki Machida, Shigekazu Yoned, Kentaro Nakamura, Yasuhiro Kato (2026) Large-scale polymetallic mineralization driven by long-lived magmatic-hydrothermal activity and subducted sediment influx: A case study from Toyoha, NE Japan Journal of Geochemical Exploration, 280, 107887, https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2025.107887, 査読有, 謝辞無

Hitomi Nakamura, Akihiko Yokoo, Hikaru Iwamori, Tatsuji Nishizawa, Masaaki Takahashi, Noritoshi Morikawa (2025) Changes in crater lake chemistry after the 2021 eruption at Aso Volcano, Japan: insights from UAV-based hot water sampling Journal of Asian Earth Sciences: X, Volume 14, 100211, https://doi.org/10.1016/j.jaesx.2025.100211, 査読有, 謝辞無

Sanyu Quan, Yingchun Wang, Shuang Liao, Yi Wang, Yinlei Hao, Jiao Tian, Zhongping Li, Chunhui Cao, Hikaru Iwamori (2025), Slab tearing controlling divergent volatile fluxes at convergent plate boundaries, southern Tibetan Plateau, Global and Planetary Change, 254, 105011, https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2025.105011, 査読有, 謝辞無

Kenta Ueki, Satoru Haraguchi, Atsushi Nakao, Hikaru Iwamori (2025) A simple linear regression model for calculating the degree of melting of the upper mantle using the major element composition of basalt, Physics of Earth and Planetetary Interiors, vol. 368, 107464, https://doi.org/10.1016/j.pepi.2025.107464, 査読有, 謝辞無

Takeshi Hasegawa, Festus Tongwa Aka, Hikaru Iwamori, Shota Watanabe, Asobo Nkengmatia Elvis Asaah, Nche Linus (2025) Did magmatism of the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) extend to the proto-Cameroon Line in the Gulf of Guinea (West/Central Africa)? , Earth Planets and Space, 77:157, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02275-w, 査読有, 謝辞無

Yingchun Wang, Xiaocheng Zhou, Jiao Tian, Pengfei Chen, Miao He, Yucong Yan, Bingyu Yao, Zhongping Li, Chunhui Cao, Hikaru Iwamori (2025) Divergent subduction of a tearing slab controls deep carbon recycling efficiency: Helium and carbon isotopic evidence from the southeast Tibetan Plateau, Gondwana Research, 146, 93-106, https://doi.org/10.1016/j.gr.2025.06.001, 査読有, 謝辞無

Kellen Azua, Satoshi Ide, Seiya Yano, Sergio Ruiz, Hiroko Sugioka, Hajime Shiobara, Aki Ito, Matthew Miller, Hikaru Iwamori (2025) Shallow Tectonic Tremors Reveal the Beginning of the Slab Window at the Chilean Triple Junction, Geophysical Research Letters, 52(14), e2025GL115019, https://doi.org/10.1029/2025GL115019, 査読有, 謝辞無

Hikaru Iwamori, Yasuo Ogawa, Tomomi Okada, Tohru Watanabe, Hitomi Nakamura, Tatsu Kuwatani, Kenji Nagata, Atsushi Suzuki, Masahiro Ichiki (2025) Geofluid mapping reveals the connection between magmas, fluids, and earthquakes, Communications Earth & Environment, 6, 373, https://doi.org/10.1038/s43247-025-02351-9, 査読有, 謝辞有

Yano, M., Yasukawa, K., Nakamura, K.,Kuroda, J., Ikehara, M., Iwamori, H., & Kato, Y. (2025) Geochemical variations insedimentary records of oxygen-depletedmarine environments in representativegeological periods: New perspectives froman independent component analysis, Paleoceanography and Paleoclimatology, 40, e2024PA005004, https://doi.org/10.1029/2024PA005004, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Fukahata, Y. 2025, A Note on the Errors in Fault Slip Inversion, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-1417

深畑幸俊，2025，地震波形インバージョン解析における共分散成分の重要性とそのインパクト，2025年度統計関連学会連合大会，4CPM1-01. （招待講演）

深畑幸俊・八木勇治・奥脇亮・髙川智博・遠田晋次，2025，2025年カムチャツカ地震：極めて短い繰り返し間隔とその帰結，日本地震学会2025年度秋季大会，S25-08

西沢貴志・深畑幸俊, 2025, Relationship between slab configuration, slab age, and plate motion, 日本地球惑星連合大会2025年大会, SCG61-P14

Nozue Y. and Fukahata Y. (2025). Geodetic data inversion to estimate a strain-rate field by introducing sparse modeling. EGU General Assembly 2025, EGU25-4167, doi:10.5194/egusphere-egu25-4167

Nozue Y. and Fukahata Y. (2025). Estimation of a strain-rate field based on basis function expansion with ABIC: Application to GNSS data of central Japan. BGA Postgraduate Research in Progress Meeting

Nozue Y. and Fukahata Y. (2025). Influence of the 2011 Tohoku-oki earthquake on the strain-rate field around the Noto Peninsula. IAG Scientific Assembly 2025, 375.

Nozue Y., Fukahata Y., Fang J., and Wright T.J. (2026). 基底関数展開を用いたGNSS・InSARデータの同時逆解析によるチベット南東部の歪み速度場の推定. 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, A209.

Nozue Y., Wright T.J., and Fukahata Y. (2025). Joint inversion of GNSS and InSAR data to estimate a strain-rate field by introducing basis function expansion (preliminary results). COMET Annual Meeting 2025.

岡崎智久・伊藤武男・平原和朗・縣亮一郎・加納将行・上田修功，2025，物理情報深層学習による三次元地殻変動解析，日本地球惑星科学連合2025年大会，SGD03-01

Okazaki T, 2025, Physics-Informed Deep Learning for Earthquake Crustal Deformation, International Workshop on Interdisciplinary Research of Information Science and Seismology (IWIRISS 2025).

織茂雅希・吉田圭佑・松澤 暢・長谷川昭・山本 希, 2025, 小地震の断層破壊過程とモーメントマグニチュードとローカルマグニチュードの系統的乖離の関係, 日本地球惑星科学連合2025年大会

吉田圭佑, 2025a, Abrupt Change in Stress Field Near the Deep Plate Interface: Investigation Using Short-Period Moment Tensor Inversion, 日本地球惑星科学連合2025年大会

吉田圭佑, 2025b, スラブ内とプレート境界における地震発生パターンの異なりと、繰り返し地震誤検出の可能性, 日本地球惑星科学連合2025年大会

織茂雅希・吉田圭佑, 2025, 日本列島の深部低周波地震の放射エネルギーの網羅的推定, 日本地震学会2025年度秋季大会

織茂雅希・吉田圭佑, 2025, 大地震前後および流体による断層破壊過程の特徴変化: 日本における小地震の地震波放射エネルギーの網羅的推定から, 日本地震学会2025年度秋季大会

Yoshida, K., 2025, The 2024 Mw7.5 Noto Peninsula Earthquake and Recent Earthquake Swarms in Japan Triggered by the Upward Migration of Deep Crustal Fluids, Seismological Society of America 2025 Annual Meeting（招待講演）

Watanabe, T., 2025, Surface topography of microcracks in granitic rocks and its implication for pressure dependence of elastic wave velocity. 日本地球惑星科学連合2025年大会，SCG62-P13.

渡辺 了，2025, 弥陀ヶ原火山の深部熱水溜り，日本火山学会2025年秋季大会，A3-01.

Oishi Tatsuto, Takao Koyama, Makoto Uyeshima, Kiyoshi Baba, Yoshiya Usui, Noriko Tada, et al., 2025, Three-dimensional electrical resistivity structure beneath Izu-Oshima Island estimated by combining the onland and ocean bottom electromagnetic data, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SEM15-P06

Akira Watanabe, Makoto Uyeshima, Yasuo Ogawa, Masahiro Ichiki, Satoru Yamaguchi, Yoshiya Usui, et al., 2025, Analysis of Long-Period MT Data and Wideband MT Data in the Kii Peninsula, Southwestern Japan, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SEM15-P12

Kensuke Nakamura, Koki Aizawa, Koichi Asamori, Ichiro Shiozaki, Naoto Oshiman, Tomohiro

Inoue, Yoshiya Usui, et al., 2025. Three-dimensional resistivity structure in the focal region of the 2000 Western Tottori Earthquake, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SEM15-P13

Takumi Obata, Tetsuo Matsuno, Takuto Minami, Yoshiya Usui, Hiroshi Ichihara, Yoshiyuki Tatsumi, et al., 2025, 3-D resistivity structure beneath the Kikai submarine caldera volcano, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC36-05

Yujie Shi, Makoto Uyeshima, Hideki Murakami, Ichiro Shiozaki, Satoru Yamaguchi, Yoshiya Usui, et al., 2025, Three-dimensional resistivity structure beneath the Chugoku and Shikoku districts in Southwestern Japan using Network-Magnetotelluric method, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG52-P04

Yoshiya Usui, Makoto Uyeshima, Shin'ya Sakanaka, Yusuke Yamaya, Yasuo Ogawa, Masahiro Ichiki, et al., 2025, Three-dimensional electrical resistivity structure beneath the Nikko-Ashio area, Northeastern Japan, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG61-03

Hikaru Iwamori, Yoshiya Usui, Hitomi Nakamura, Noritoshi Morikawa, Chunjie Zhang, Junichi Nakajima, et al., 2025, Geofluid mapping in the Atotsugawa fault-Takayama area, Central Japan, based on simultaneous analysis of seismic velocities and electrical conductivity, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG61-05

Zhang Chunjie, Hikaru Iwamori, Aitaro Kato, Thomas Yeo, Usui Yoshiya, et al., 2025, Nonlinear Coupling of 3D Velocity Heterogeneity and Seismic Potential in the Japan Arc decoded by Machine Learning, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG61-06

Akira Watanabe, Makoto Uyeshima, Yasuo Ogawa, Masahiro Ichiki, Satoru Yamaguchi, Yoshiya Usui, et al., 2025, Analysis of the Network-MT and conventional MT data measured in the southern part of Kii Peninsula, Southwestern Japan, 地球電磁気・地球惑星圏学会2025年秋季年会, R003-P05

Takumi Obata, Tetsuo Matsuno, Takuto Minami, Hiroshi Ichihara, Yoshiya Usui, Yoshiyuki Tatsumi, et al., 2025, Resistivity structure beneath the Kikai submarine caldera volcano and tidally induced EM signals from OBEM observations, 地球電磁気・地球惑星圏学会2025年秋季年会, R003-P08

張 航・中久喜伴益・森重 学・岩森 光, 2025, A multiscale viscoelastic model of mantle convection and great earthquake cycles in subduction zones, 日本地球惑星科学連合2025年大会 , SCG61-P16

Esti Handini, Toshiaki Hasenaka, Takashi Sano, Nicholas Dewitt Barber, Hikaru Iwamori, Masataka Kawaguchi, Prya Arif Rahman, 2025, Geochemical insights into Sunda Arc magmas genesis: To melt or not to melt? 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG38-05.

Yingchun Wang, Xiaocheng Zhou, Jiao Tian, Bingyu Yao, Chunhui Cao, Hikaru Iwamori, 2025, The diverging subduction of tearing slab controls the deep carbon recycling efficiency: Geochemical evidence from the SE Tibetan Plateau, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG37-08.

勝木悠介・坂田周平・西澤達治・中村仁美・原口 悟・高橋正樹・中井俊一・岩森 光, 2025, Temporal variations of the magma plumbing system of Fuji Volcano, Central Japan, decoded by multivariate statistical analyses of lava geochemistry, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MGI29-01.

中村仁美・森川徳敏・東郷洋子・岩森 光・坂田周平, 2025, 九重火山及び周辺における地下水の希土類元素組成, SVC35-P05.

岩森 光・Geofluid Mapping Team, 2025, Geofluid mapping based on simultaneous analysis of seismic velocity and electrical conductivity: the connection between magmas, fluids,

volcanoes, and earthquakes, 日本地質学会, T2-O-6.

廖 鑫・岩森 光・坂田周平・高橋正樹・長井雅史, 2025, 溶岩組成の多変量統計解析に基づく箱根火山のマグマ多様性, 日本地質学会, T2-P-24.

岩森 光・Geofluid Mapping Team, 地球物理・地球化学データの統合解析によるGeofluid Mapping, 日本地球化学会, PR0045, https://doi.org/10.14862/geochemproc.72.0_224

岩森 光, 2025, 地震波速度と電気伝導度に基づくGeofluid Mapping, 日本火山学会2025年秋季大会, B1-14.

可児智美・森川徳敏・三澤啓司・中村仁美,2025,中部九州火山地域温泉水ストロンチウム同位体組成：マグマ経由火山性地殻流体とスラブ流体起源有馬型塩水の比較, 日本地質学会第132年学術大会, G-O-30.

亀谷伸子・吉本充宏・渡部将太・西澤達治・藤井敏嗣・安田 敦, 2025, 富士山の最新期山頂噴火の再検討, 日本火山学会2025年秋季大会, P39.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

［物質場］

（１）石英ガラスと方解石単結晶を用いたクラック閉鎖のモデル実験を行う。無水条件で温度を変えて実験を行うことにより、塑性変形の影響を明らかにする。さらに、含水条件で実験を行うことにより、圧力溶解による影響を明らかにする。

（２）岩石内部のマイクロクラック閉鎖についての数値実験を行い、封圧増加に伴う弾性波速度、電気伝導度の変化を再現することを目指す。また、実際の岩石におけるマイクロクラックの開口分布を理解するためにSEM観察を行う。

（３）含水岩石試料の弾性波速度・電気伝導度測定を封圧下で行う。流体圧を変えることで、クラック閉鎖を有効圧の関数として理解する。

別プロジェクトで日光・足尾地域の西部の背弧側で広帯域MT観測を実施する予定である。そのデータと本課題で得られた日光・足尾地域のMTデータを統合することで、日光・足尾地域において上部マントルまで至る構造の推定を目指す。令和８年度は両観測データの応答関数を比較し、深部の電気比抵抗異常を示す特徴がないかを確認する。

牛首断層－跡津川断層－高山大原断層帯を含む飛騨高山地域におけるGeofluid Mappingを進めると同時に、国内外の地域において、地震波速度―電気伝導度の同時解析に基づくGeofluid Mapping の可能性を探る。

富士山・箱根地域の溶岩組成の解析、および富士山周辺の温泉水や地下水の定期的な採水調査を継続する。また、採取試料の硫黄、水素・酸素同位体比分析を追加で行い、策定した「基本場」の定義を精緻化することで、火山ガス混入等の異常検知体制を強化する。

［温度・流動場］

いわき地域の統合的なデータ解析と数値モデル化を進め、当該地域のテクトニクス・応力場の由来を探る。

［変形・応力場］

これまで発展させてきた短周期モーメントテンソルインバージョンの手法を他領域に適用し、応力場の時空間変化（特に境界面を境にした変化）を調べる。

本年度に確立したPINNによる三次元地殻変動解析の応用研究を進める。特に、深層学習の非線形性を活用して地震時変動データから断層すべりと媒質特性を同時推定し、地下構造と地震発生の関係を考察する。

地震は、プレート運動等により蓄積された剪断歪みエネルギーを解放する過程である。これまで、歪み速度場と応力場を高精度で求める研究を進めてきた。両者の情報を組み合わせることで剪断歪みエネルギー変化が得られることから、その時空間分布の推定を新たに行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

深畑幸俊（京都大学防災研究所）, 岩森光（東京大学地震研究所）, 臼井嘉哉（東京大学地震研究所）, 坂田周平（東京大学地震研究所）, 中村仁美（産業技術総合研究所）, 吉田圭佑（東北大学）, 西澤達治（富士山火山防災研究センター）, 岡崎智久（理化学研究所）, 渡辺了（富山大学）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4226
e-mail：fukahata.yukitoshi.3e@kyoto-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：深畑幸俊
所属：京都大学防災研究所

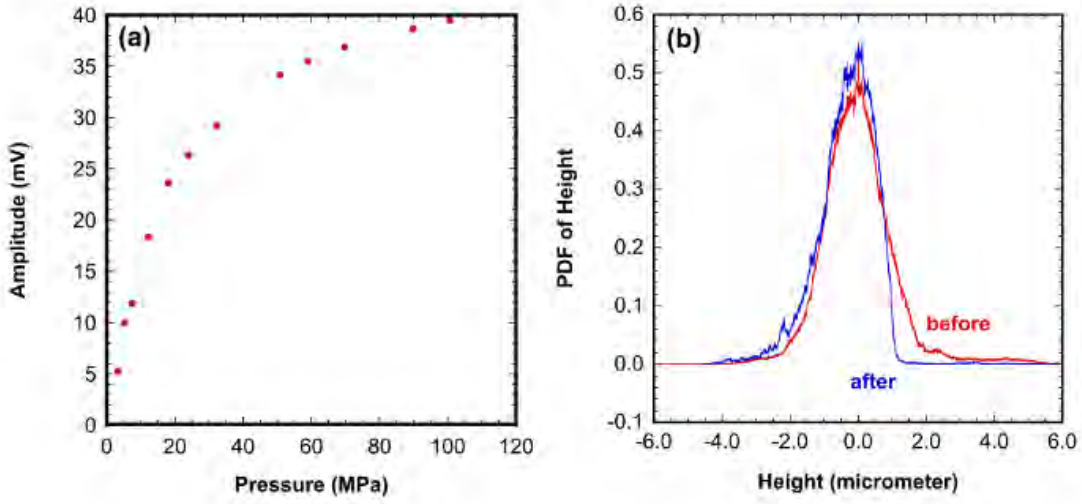


図１：方解石試料（#400研磨紙使用）を用いた加圧実験の結果
(a) 加圧に伴う透過P波の振幅変化，(b) 加圧前後の表面の高さ分布（確率分布関数）。335 ☒ m×335 ☒ mの領域を0.327 ☒ m間隔で測定した（分解能：0.005 nm）。

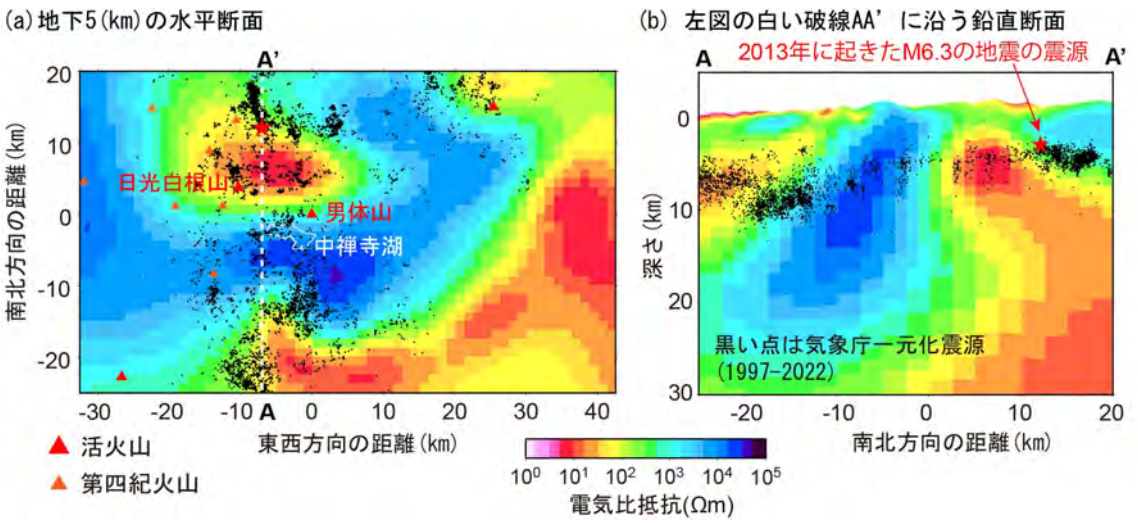


図２：日光・足尾地域の比抵抗分布
震源分布と火山の位置も示されている。

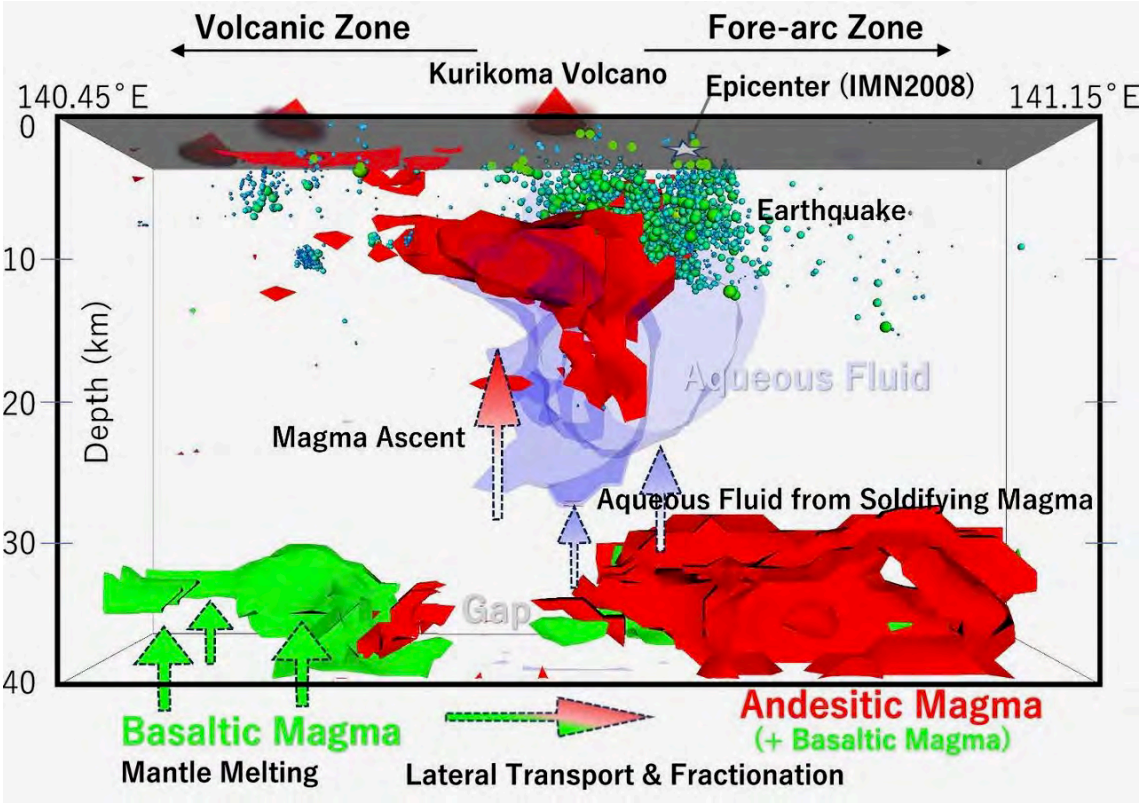


図３：東経140.45º - 141.15º/北緯38.95º - 39.05ºにおける地殻流体（体積比＞3%）の分布
玄武岩質（緑）と安山岩質（赤）のマグマ、水溶液（淡青）、地震、火山の関係性を示す。

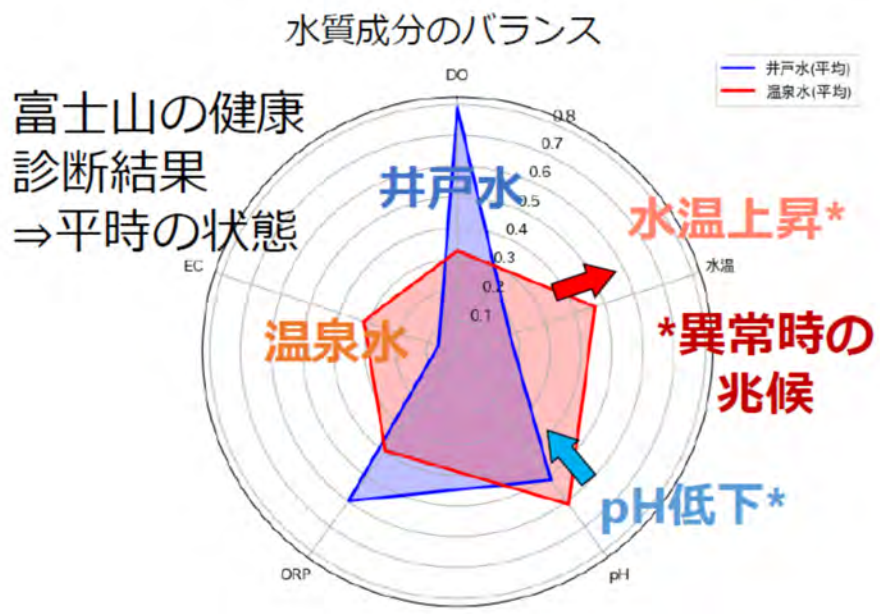


図４：富士山の水の「標準的な形」（平時の水質特性）

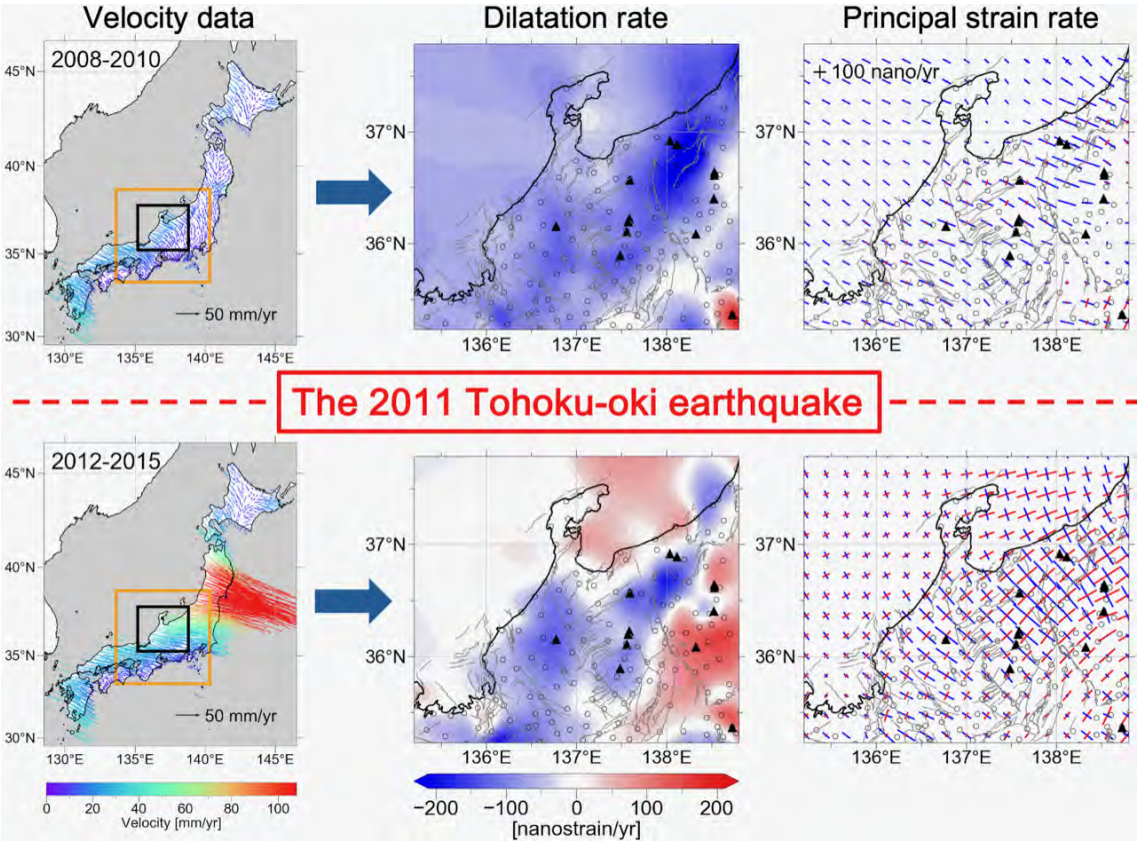


図５：東北沖地震前後の歪み速度場の変化
上：東北沖地震前（2008 - 2010の３年間の平均）。下：東北沖地震後（2012 - 2015の４年間の平均）。左：GNSS(GPS)の速度データ（国土地理院の観測データを解析したもの）。中：面積歪み速度．青が収縮，赤が膨張を表す。右：主歪み速度．青が短縮，赤が伸張を表す。グレーの細線は活断層，三角印は活火山を表す。

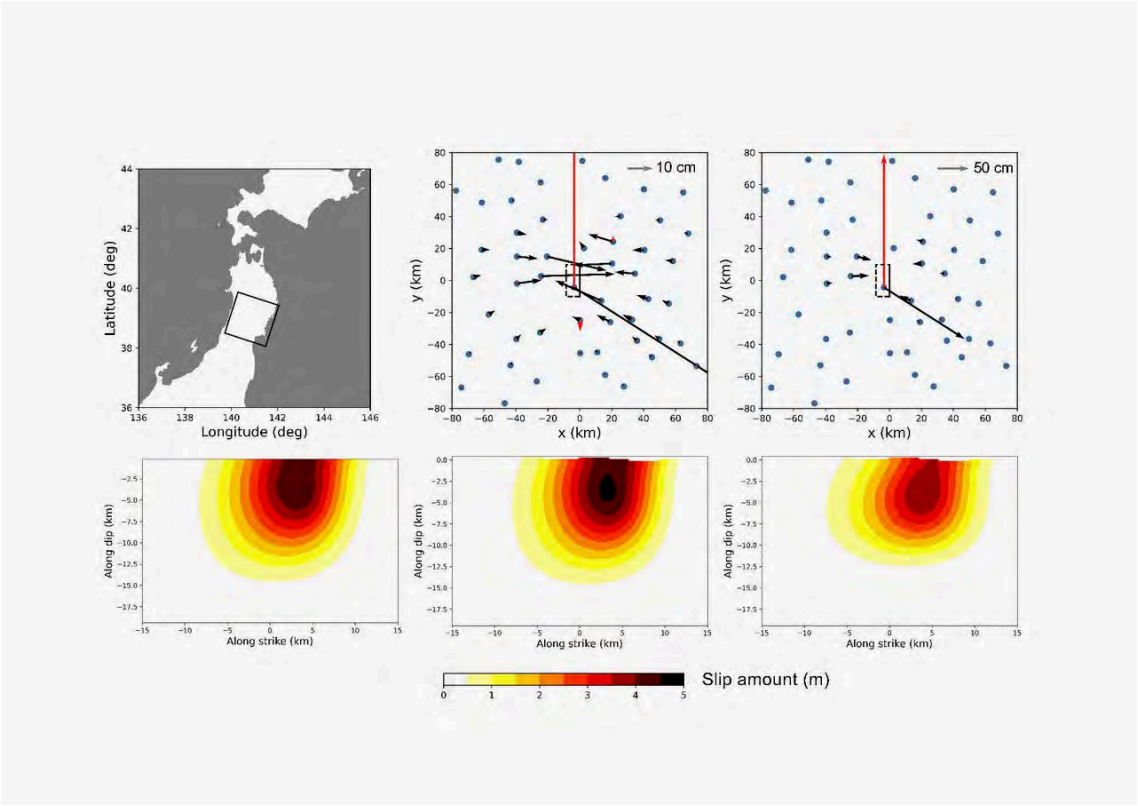


図６．PINNによる2008年岩手・宮城内陸地震における断層すべり分布の推定結果
上段：解析領域と観測データ。GEONETのGNSSデータを使用した。下段：推定すべり分布。左から均質半無限媒質・地形のある均質媒質・地形のある不均質媒質を使用した結果を示している。

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI03

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）測地・地震観測データに基づく地殻内地震長期予測手法の高度化

（英文）Development of long-term forecast methods for crustal earthquakes using geodetic and seismicity data

（3）関連の深い建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
２地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震
６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

現在、日本国内の地殻内地震の長期予測は主に活断層調査に基づく過去の地震発生履歴に基づいて行われているが、複数のデータや手法を統合した予測を行うことで、より高精度な地震長期予測モデルを構築できることが先行研究で示されている。このため、本研究では、地殻内地震の長期予測の高度化に寄与することを目指し、測地観測データ（GNSS及びInSAR）や地震活動データに基づく地殻内地震の長期予測手法について、日本列島における予測モデルの高度化を行う。活断層評価に基づく従来の長期予測を含む複数の予測モデルの結合方法を検討し、地震本部が提供する地震動予測地図の高度化に貢献することを目標とする。さらに、地震やスロースリップイベント等の地殻活動の時間変化を反映した中期予測について、複数の地域におけるシナリオを検討する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

１．測地データを用いた定常地震の予測の高度化

・時間変化しない（定常活動）地殻内地震の予測については、GNSSなどの測地データから計算されるひずみ速度を用いて地震発生確率を計算する手法の有効性を今期の観測研究計画で実証した。しかし、計算に用いるひずみ速度以外のパラメータにおいては、地域性が存在するものの、これらが十分に検

討されていない。例えば、測地観測に基づくひずみのうち地震によって解放されるひずみの割合や、地震活動解析から推定されるマグニチュード分布などがそのパラメータとなる。これらの地域性を考慮に入れた予測の有効性を検討するとともに，項目４で実施する多様な測地データを用いたひずみ速度推定手法や地震発生確率計算手法の改良に継続的に取り組む。
・余効変動などの影響を含む長期間のGNSSデータを用いて変位速度を安定的に求める手法や観測されたひずみ速度からプレート間カップリングに伴う弾性変形や過去の大地震に伴う粘弾性緩和を補正する手法について標準的な計算手順を整備する。
・測地、地震活動及び活断層等の複数の手法に基づく長期予測結果を比較し、その解釈を試みる。また、複数の予測結果の結合方法について検討し、妥当性の検討を行う。
２．地震活動データを用いた定常地震の予測の高度化
・地殻内地震のマグニチュード分布（グーテンベルグ・リヒター則のb値や最大マグニチュード）の地域性と時間変化を検討する。
・地震カタログにおける地震検出率の地域性と時間変化を検討する。
・リアルタイム震源データを取り入れてデータ同化・パラメータ最適化により予測精度の向上を図る。
３．地殻活動の時間発展を考慮した地震予測の高度化
・多くの事例研究を通した速度および状態依存型クーロンモデル（RSクーロンモデル）の改良。震源データの質・量ともに優れる2000年以降の日本列島の大地震と広義の余震活動の後ろ向き予測（retrospective forecast）を通じてパラメータの地域特性の解明を図る。
・GNSSデータに基づくひずみ速度（応力載荷レート）の時間変化を取り入れたRSクーロンモデルの改良。群発地震活動やスロー地震などにともなう応力載荷レート–地震応答の関係をさぐり、上記地震時応力ステップモデルへの組み込みを行う。
４．多様な測地データを用いた詳細ひずみ速度分布推定や活断層の活動性の検討
・地殻内地震の長期予測に用いられるひずみ速度分布の空間解像度は、現在国土地理院のGEONET観測点の密度である25km程度であるが、ひずみ集中帯や活断層の周辺ではより短波長の不均質なひずみ分布があることが想定される。これらの地域で独自のGNSS観測を行なって、ひずみ速度及び地震長期予測分布の空間解像度を向上させる。さらに、民間企業によって整備されたGNSS観測点網や研究機関による観測網のデータも可能な限り収集してGNSS観測点の速度を計算し、空間解像度の向上に努める。
・ALOS2やSentinel-1などの現行SARミッションのみならず、次期SAR衛星ミッション(ALOS4、NI-SARなど)を踏まえたInSAR時系列解析手法の向上を行なって、広域に面的な地殻変動速度分布を算出する。今期の計画において時系列解析や電離層および大気遅延ノイズ軽減の手法の個別要素の開発を行っていたが、次期の計画においては機械学習による新たなノイズ軽減手法を取り入れつつこれらを統合し、さらにGNSS変位データと融合させることとで、広域で面的な３次元変位及び２次元ひずみ速度分布の高精度推定を行う。これと平行して、個別のノイズを原理的に軽減する手法を大規模化・高精度化する取り組みも行い、変位・歪の推定精度を高める。
・GNSSやSAR等の多様な測地データから得られた変位速度分布から、主要活断層帯の深部すべり速度、浅部固着率などの活動性を表すパラメータを推定し、地質学的や地震学的推定結果との比較とその解釈を行う。
各年度の実施計画は、令和６年度:各テーマにおける観測解析の実施及びデータの整理、令和７年度:、令和８年度:各テーマにおける観測解析の実施、令和９年度: 各テーマにおける観測解析の実施、テーマ１－３間の予測の統合手法の検討、令和10年度：地震発生確率算出手法の標準化及び成果のとりまとめ。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

１．測地データを用いた定常地震の予測の高度化

ランダムフォレストによる地震発生予測を行い、地震の発生場所の予測には歪速度の貢献度が高いという結果が得られた。活断層の空間分布に適合した高密度な歪速度データを作成するため、民間GNSS観測点も用いた歪推定手法の検討を行った。また、ロバストな決定木予測手法であるLight GBM法の導入を行うためモデルの組み立てや評価手法の検討を実施した。

一方、GNSS速度場から地殻内の「弾性歪」と「非弾性歪」を分離推定し、それらの割合に基づく物理指標 β_{phys} を導入して、内陸地震発生確率の空間分布推定手法を整備・検証した。先行研究では、地震で解放される歪の割合（地震化効率）を経験的・空間一様に仮定する制約があったが、この手法で

は Noda & Matsu’ura (2010) の枠組みにより3次元弾性歪・非弾性歪を分離し、β_{phys} を空間不均質に推定することで、地域差を取り込んだ地震発生確率推定を可能にした(図1)。

さらに、１次元水平成層構造を仮定した粘弾性緩和計算プログラム(VISCO1D)を用いて、過去に発生した巨大地震の余効変動が現在観測されているGNSS速度場にどの程度影響しているかを評価した。内陸と沈みこみ帯のケースにおいてマグニチュードごとに有意な地殻変動が継続する期間の計算を行い、M_w7程度の内陸地震の場合は余効変動は数十年以内にほぼ収束するのに対し、M_w9の海溝型巨大地震の場合は数百年間、有意な変動が継続することがわかった。

２．地震活動データを用いた定常地震の予測の高度化

階層時空間ETAS（HIST-ETAS）モデルを用いて全日本の地震活動に対する背景強度を算出し、その空間分布がM7クラス地震の震央位置と良く対応することを明らかにした。さらに、内陸部および南千島・日本海溝周辺では、背景強度と繰り返し地震の活動度との間に顕著な相関が認められた（図2）。

４．多様な測地データを用いた詳細ひずみ速度分布推定や活断層の活動性の検討

電離層擾乱除去手法（split-spectrum法）の改善および解析ツールLiCSBASのALOS-2への適用試行により、InSAR解析の精度と汎用性を向上させた（図3）。糸魚川ー静岡構造線北部から飛騨山脈南方延長に至る歪速度場を高分解能で推定して、地質構造との対比を行うとともに、能登半島地震後も飛騨山脈北部で歪集中が継続していることを検出した 。トルコ・東アナトリア断層周辺では地震間・地震時・地震後の各変動を分離し、それぞれの断層すべり領域が空間的に棲み分けられていることを明らかにした（図4）。また、四国東部の中央構造線周辺においてプレート固着に起因する地殻変動を確認し、広域変動と断層周辺の変動を分離評価するための基盤を構築した（図5）。また、ソフトバンク独自基準点と国土地理院GEONETおよび京都大学のGNSS観測データの統合解析から、京阪神地方の地震間詳細地殻変動分布を推定した（図6）。有馬-高槻断層帯周辺に顕著なひずみ速度の集中が見られ、16km以深で7-9mm/年程度の右横ずれ深部滑りが推定された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

測地観測データを用いた予測に関しては、測地観測に基づく地殻内変形の「蓄積（弾性）／散逸（非弾性）」を分離して扱うことで、長期確率推定の根拠（地震化効率）を経験則から物理モデルへと接続し、地域差を反映した長期予測手法の高度化に資することができ、活断層評価や地震履歴が乏しい地域でも、GNSS観測から得られる歪場に基づき「相対的に高リスクな領域」を抽出し得る点で、監視・調査優先度付けや防災計画（重点地域設定）の基礎情報を補完する。今後は対象地域の全国展開、プレート境界影響の取り扱い、推定誤差（不確実性）の定量化を進める。

地震活動データを用いた予測に関しては、海域における地震発生の予測強度（空間確率）とGutenberg–Richter則に基づくシミュレーションにより、各地の長期的な津波リスクなどを定量的に評価できる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ogata Y, 2026, Seismicity insights and forecasting with Delaunay-based hierarchical models, 78, 25, doi:10.1186/s40623-025-02351-1, 査読有, 謝辞無

尾形良彦, 2025, 統計地震学の現場から: ETASモデルで地震活動を読み解く (招待論文), 月刊統計 2025年12月号, 36-43, 査読有, 謝辞無

熊澤 貴雄・尾形 良彦, 2025, 日向灘沖南部の余震活動について, 地震予知連絡会会報, 114, 429-439., 査読無, 謝辞無

尾形良彦, 2025, 地震予測の統計地震学の進歩と課題：阪神・淡路大震災から30年, 地震予知連絡会会報, 113, 480-489, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

尾形 良彦, 2025, 地震予測における異常現象の確率評価と実用化への課題, 日本地震学会2025年度秋

季大会, S22-12

熊澤 貴雄, 尾形 良彦, 2025, 余震活動におけるETASパラメータ変動についての予備的考察, 日本地震学会2025年度秋季大会, P09-12

尾形 良彦, 2025, 大地震の確率予測の展望 ― 多項目予測法の活用 ―, 2025年度統計関連学会連合大会, 4FPM2-01

熊澤 貴雄, 尾形 良彦, 2025, 点過程モデルを用いた異常地震活動の解析と余震の収束性について, 2025年度統計関連学会連合大会, 4CPM1-03

尾形 良彦, 2025, 階層型時空間ETAS (HIST-ETAS) モデルを用いた広域地震予測および診断解析, 日本地球惑星科学連合(JpGU)2025年大会, S-SS12

伊藤 武男, 2025, GNSSを用いた非弾性変形トモグラフィー手法による変形様式の推定, 日本地球惑星科学連合(JpGU)2025年大会, S-GD03

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

１．測地データを用いた定常地震の予測の高度化

Light GBMを利用した地震発生予測スキームの開発を継続する。また、非弾性変形を考慮した内陸地震の発生確率分布の計算では、(1) 対象地域の拡張：解析対象を四国等の一地域から全国へ拡張し、主要構造帯・内陸地震多発域での比較検証、(2) 不確実性の定量化：観測誤差・モデル化誤差・正則化依存性を整理し、確率推定に信頼区間（または感度解析）の付与、(3) プレート境界影響の取り扱い：プレート境界固着・SSE等の寄与をより明示的に扱い、内陸地震の長期確率へ混入する成分の評価を実施する予定である。

２．地震活動データを用いた定常地震の予測の高度化

宇津・安芸による多項目地震予測法を発展させ、HIST-ETASモデルの背景地震空間強度（今年度までの成果）を基準に、大地震確率のリアルタイム予測基盤を整備する。短期・中期・長期予測を併せた時空間的確率利得を定量的に評価する。

４．多様な測地データを用いた詳細ひずみ速度分布推定や活断層の活動性の検討

糸静線、新潟神戸歪集中帯、中央構造線、道北等の主要活断層帯において、InSARと超稠密GNSSを統合した高解像度歪速度場の検出と変動地形との対比を継続する 。能登半島地震後の応答特性の精密検出に向けたGNSS観測網の維持 、下部地殻の粘弾性変形を考慮したモデリングの導入、プレート固着起因の広域変動と断層周囲の局所変動の分離手法の検討も実施する 。また、民間GNSSデータを利用した地震間地殻変動の詳細分布の解明についても引き続き実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

西村卓也（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）, 高田洋一郎（北海道大学大学院理学研究院）, 遠田晋次（東北大学国際災害研究所）, 福島洋（東北大学国際災害研究所）, 青木陽介（東京大学地震研究所）, 尾形良彦（統計数理研究所）, 伊藤武男（名古屋大学大学院環境学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：
e-mail：
URL：https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：西村卓也
所属：京都大学防災研究所地震災害研究センター

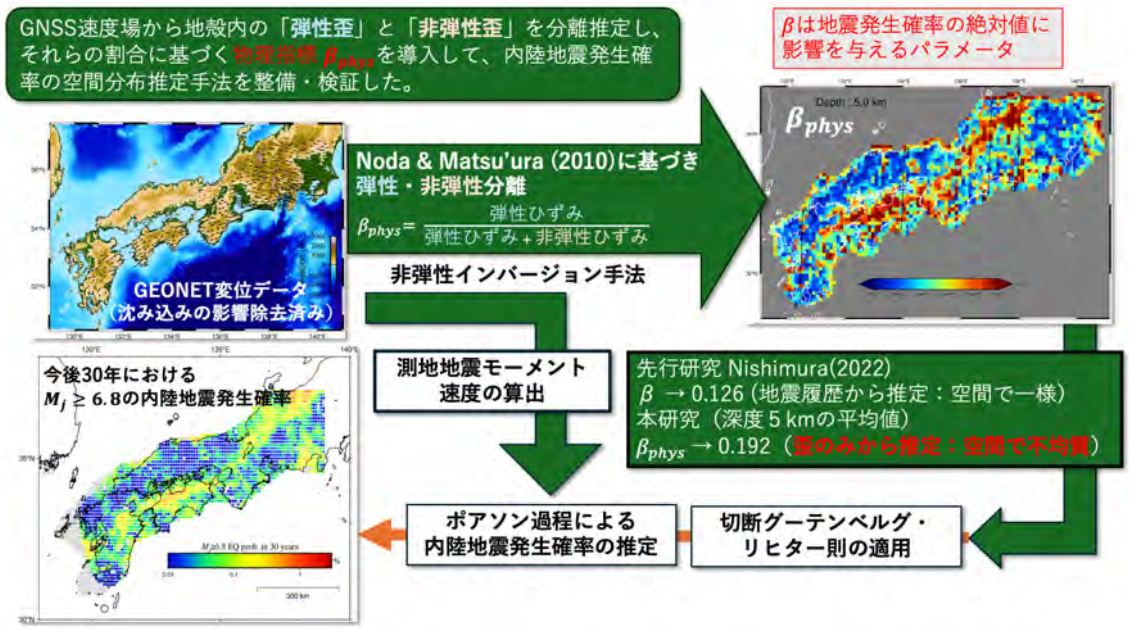


図1. 非弾性ひずみを考慮した内陸地震発生確率の計算方法

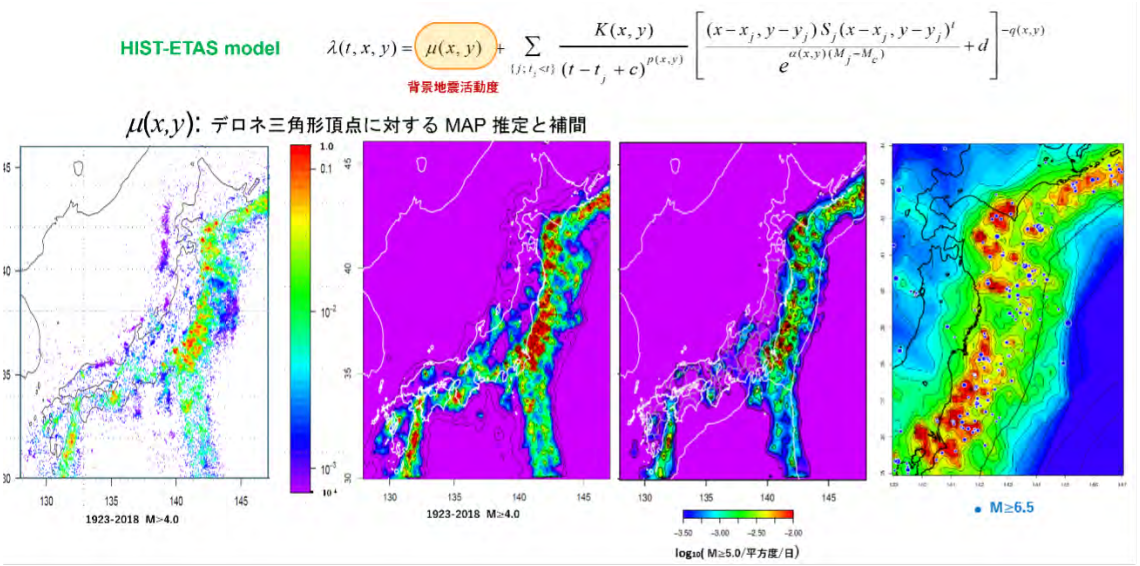


図2. 階層時空間ETASモデルを用いて推定した全日本の背景地震活動度

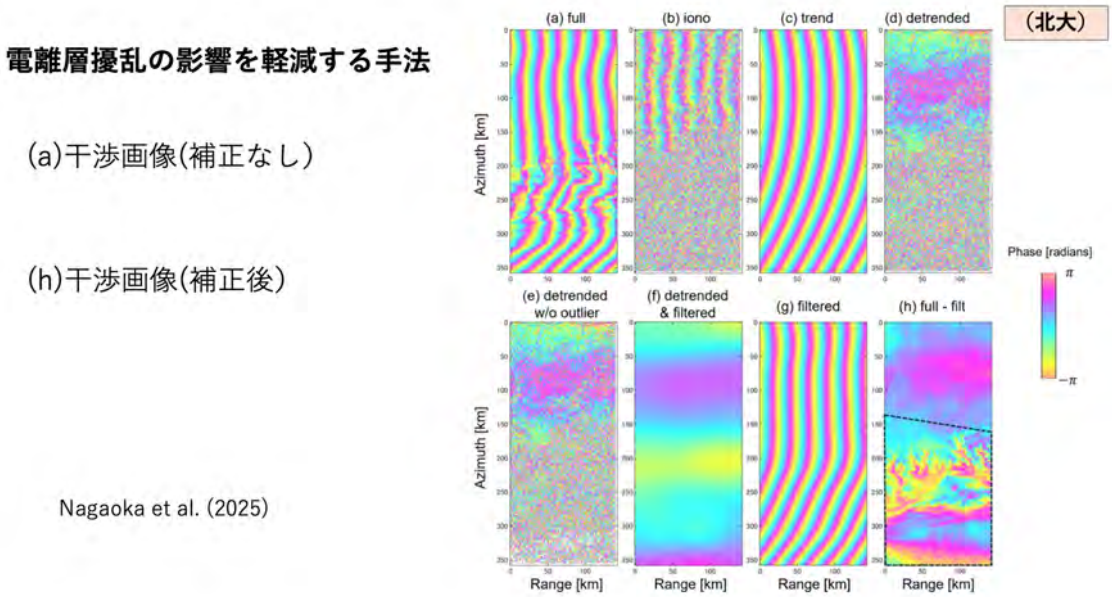


図3. InSARの電離層擾乱を軽減する手法（Split-spectrum法）の適用例

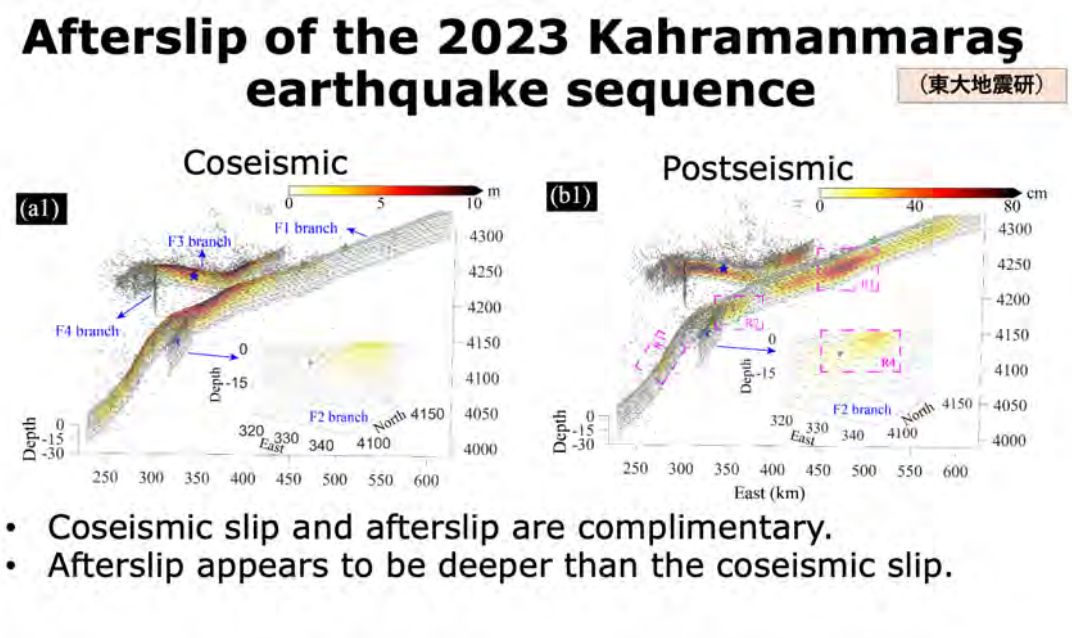


図4. 2023年Kahrmanmaras地震(トルコ）の地震時すべりと余効すべりの比較

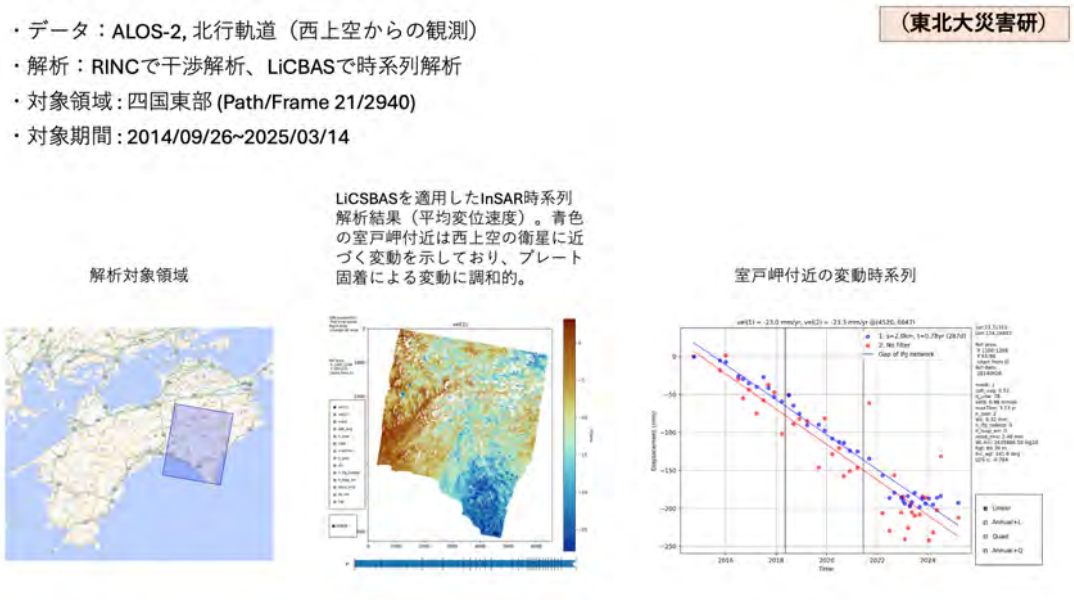


図5. InSAR時系列解析によって得られた室戸岬周辺の地震間地殻変動

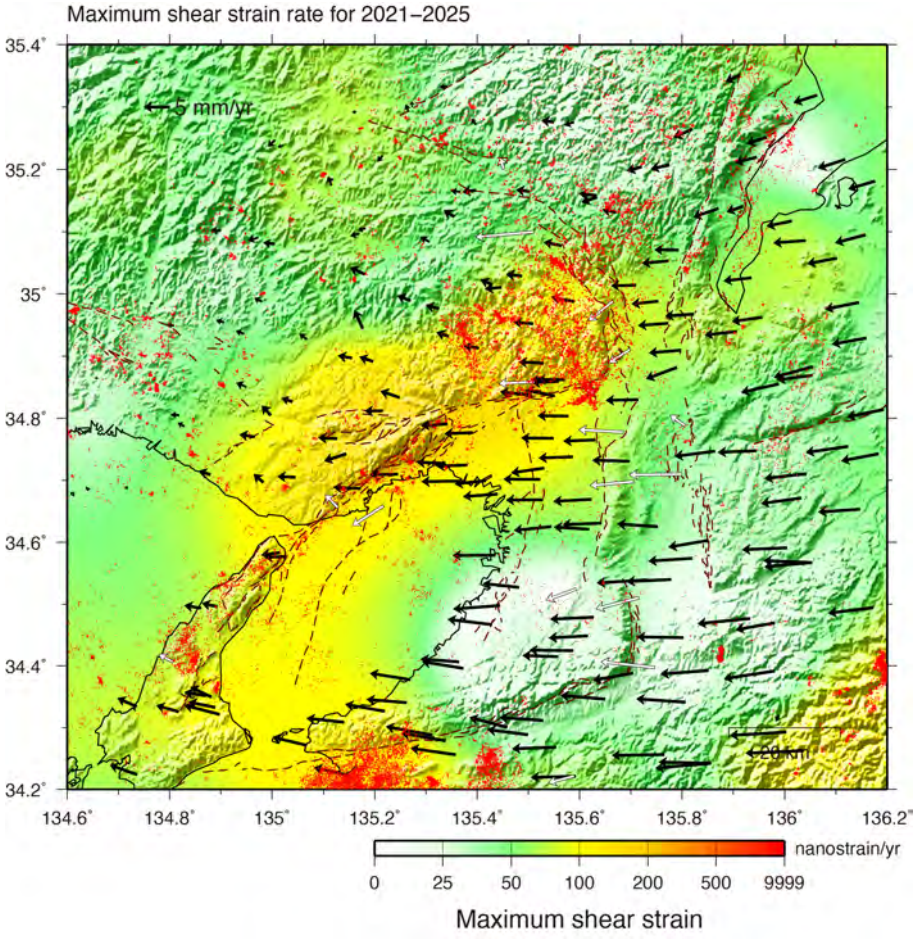


図6. ソフトバンクGNSSデータを用いた京阪神地方の変位速度と最大剪断ひずみ速度の分布

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI04

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）広帯域強震動予測のための地盤構造のモデル化

（英文）Subsurface structure modeling for broadband strong motion prediction

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

ア. 強震動の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

土木・建築構造物被害等に直結する広い周波数帯の地震動の高精度な評価を実現するため、平野や盆地の堆積層全深度を対象とした深部地盤構造から、軟弱地盤等を含む浅部地盤構造までの地盤構造モデルを精緻化するとともに、より適切なモデル化手法を開発することを目的とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

［深部地盤構造モデルの精緻化のための研究］

大阪・京都・奈良・近江盆地をはじめとする堆積平野・盆地の深部地盤構造について、全国１次地下構造モデルや様々な研究プロジェクトで開発されてきた既往のモデルをベースに、それらベースモデルの問題点を検討し改良を行う。対象地域における各機関の強震観測データを入手、整理し、モデルの検証や高度化を進める。この際、既往観測データが少ない地域などにおいて、地震観測や微動観測を実施する。これまでの堆積平野・盆地の地盤構造のモデル化の研究を通して、堆積盆地中央部での観測地震動はよく再現される一方、堆積盆地縁辺部や基盤形状が大きく変化している場所に近い地域は、地震動の再現性能の低くなりやすいことがわかってきたため、これらの場所のモデルの精緻化にも焦点を当てる。また、大阪・京都・奈良盆地の地盤構造モデルについては、モデルを公開することを目標とする。

［浅部地盤構造モデルの精緻化のための研究］

堆積平野・盆地内の浅部地盤構造について、観測記録に基づく地盤応答評価による検証と改良を含む形でのモデル化を進める。必要に応じて、地震観測や微動観測を実施する。さらに、過去の被害地震で被害集中域の原因となった浅部地盤構造を分類し、そのモデル化の方針について検討する。また、近年、田圃や河川を埋め立てて住宅地となった地域など、地震応答の観点から都市に潜む新たな危険性についても、ボーリング情報、古地図情報，微動観測などを活用して検討する。

Ｒ６年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。
Ｒ７年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。大阪盆地地盤構造モデルのとりまとめ。
Ｒ８年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。奈良盆地地盤構造モデルのとりまとめ。
Ｒ９年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。浅部地盤構造のモデル化手法についてとりまとめ。

R10年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。京都盆地地盤構造モデルのとりまとめ。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、これまでの本課題および前計画で得られた成果を踏まえ、既往の大阪盆地地盤構造モデル（文科省委託・上町断層帯重点調査観測 FY2010～2013）を基盤として、その改良版の作成を進めた。

本研究の基本方針は、①複数の鍵層の標高データから３次元地質構造モデルを構築し、②堆積年代と深さから物性値へ変換する式を定義し、③両者を統合して３次元速度構造モデルを構築するものである。今年度は、地質構造モデルの精緻化および物性値変換式の空間的不均質の再検討を実施した。

地質構造モデルについては、データの増強とブロック境界の再検討を行った。新規浅部ボーリング資料の追加、既存地質図からの鍵層境界の数値化に加え、深層ボーリングおよび反射法地震探査データを再検討した。特に、鍵層に対応すると考えられる層準が明確に判読されていなかった区間について、周辺データとの整合性を用いた推定手法を開発・適用し、新たな拘束条件として組み込んだ。

物性値変換式については、既往モデルでも空間的不均質を考慮してきたが、新規探査データとの比較により、その表現では十分でない領域が確認された。堆積年代・深度構造と変換式が反射法地震探査結果と整合しない場合、速度構造が実際の反射構造と対応しなくなる可能性がある。この問題を軽減するため、物性値変換式の空間的不均質をより細分化してモデル化し、異なる観測・探査データ間の整合性を保つ３次元構造の構築を進めている。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、既往モデルを継承しつつ最新データを統合して大阪盆地の３次元地盤構造を高度化するものであり、建議に掲げられた「盆地の地盤構造モデルの精緻化」に直接的に貢献する。これは将来的な地震動予測および災害誘因評価の信頼性向上に資する基盤整備である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Uebayashi, H., Sekiguchi, H., Decomposed SH-, SV-, and P-wavefields and their visualizations for interpretation of reproduced synthetic waves in the Osaka sedimentary basin, Japan, due to a Mw 5.6 earthquake beneath its edge, Earth, Planets and Space, 77,165, 2025, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02299-2, 査読有, 謝辞有

上林宏敏・関口春子、想定南海トラフ巨大地震による大阪堆積盆地におけるレーリー波とラブ波の時空間分布の定量評価、日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）No.21175 349-350 2025年9月, 査読無, 謝辞無

関口春子，盆地構造モデル修正のための計算波動場解析，京都大学防災研究所年報，68，1-4，2025., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

上林宏敏・関口春子、関西圏の盆地構造と南海トラフ地震予測波作成に向けて、関西地震観測研究協議会地震防災フォーラム2026、2026年1月26日

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

大阪盆地地盤構造モデルについて、今年度に改良した地質構造モデルと物性値変換式を統合し、３次元地震波速度構造モデルを作り、さらに、H/Vスペクトルのピーク周波数や地震記録の変換波や反

射波の走時等との比較検証を通じて必要な調整を行い、改良版を完成させる。
　奈良盆地地盤構造モデルについて、既往モデル（文科省委託・奈良盆地東縁断層帯重点調査観測 FY2019～2021）を基盤として改良版を作成する。既往モデルでは、観測・探査手法の違いに起因する構造解釈の不整合が一部地域で認められているため、その要因を精査し、データ統合手法を再検討することで、整合性と説明力を高めた３次元地盤構造モデルの構築を目指す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

関口春子（京都大学防災研究所）, 浅野公之（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：有
吉田邦一（福井大学 附属国際原子力工学研究所）, 吉見雅行（産業技術総合研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所社会防災研究部門都市防災計画研究分野
電話：
e-mail：sekiguchi.haruko.6u@kyoto-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：関口春子
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI05

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）断層破壊過程の解明と強震動予測に関する研究

（英文）Study on earthquake source rupture process and strong motion prediction

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

ア. 強震動の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

これまでの成果も踏まえつつ、本計画期間内及びそれ以前に発生した国内外の顕著な地震の断層破壊過程の解析を継続的に行う。特に、本課題では、地殻構造や応力場の不均質性と破壊過程との関係などを重点的に調査し、災害誘因の事前評価としては重要な強震動予測のための震源モデル設定に必要となる地震シナリオ想定に有用な知見を得る。そのために必要な、震源インバージョン解析手法の改良や適用周波数帯域の拡張を目指すほか、他課題等でなされる地殻構造・地盤構造に関わる成果も活用し、動力学的破壊シミュレーションから得られる知見なども参考にしながら、時空間的に複雑な断層破壊過程と震源域の強震動特性の関係解明のための研究を行う。

また、過去の地震の断層破壊過程の分析で得られた震源モデルから、平均的な地震像だけではなく、強震動予測に必要な各々の断層パラメータのばらつき（不確実性）を評価することのできる情報を抽出し、広帯域強震動予測に活用できる形で整理・提案することを目標とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

震源断層破壊の物理解明に加え、 地震被害に関係する強震動生成メカニズムの解明やその事前評価手法の高度化のために、強震記録等を用いて実際に発生した国内外の大～巨大地震の断層破壊過程を解析することで、時空間的に複雑な断層破壊過程と建物被害に直結する震源域の強震動特性の関係を明らかにする。震源断層の破壊過程の分析の観点としては、地殻構造や応力場の不均質性と破壊過程との関係などを重点的に調査し、災害誘因の事前評価としては重要な強震動予測のための震源モデル設定に必要となる地震シナリオ想定に有用な知見を得る。その際は、平均的な地震像だけではなく、強震動予測に必要な各々の断層パラメータのばらつき（不確実性）を評価することのできる情報を抽出する。これには、現行計画以前の各課題等で蓄積されてきた解析結果も活用することができる。また、広帯域強震動予測のための震源モデル高度化のため、震源断層内の小スケールの空間不均質を適切に表現できる震源モデル化手法の開発を継続する。これらのために、より高度な解析手法の開発、波形インバージョンの適用周波数帯域の拡大や動力学的破壊シミュレーションから得られる知見の導入等も視野に入れながら研究を進める。

本課題の研究期間内に新たに発生した地震についても、断層破壊過程の分析や特徴的な地震動の生成メカニズム解明を継続する。得られた震源モデルについては、他課題等の研究でも活用できるように、これまでと同様に成果の迅速な発信やデジタルデータの公開を推進する。

今後30年以内に高い確率での発生が予測されている南海トラフ地震を前にした、関西地方の内陸地震活発化の可能性（例：2018年大阪府北部の地震）も踏まえ、関西地方で観測される地震の震源特性や強震動特性を高精度に把握することを目指し、京都盆地及びその周辺地域の堆積層及び岩盤での広

帯域速度型強震計を中心とした強震観測を継続する。加えて、前計画期間以前から観測・収集している強震波形記録の適正な保管、整理、利活用を行う。また、定常・機動的強震観測や微動観測のための観測機材維持と利用も適切に行う。

以上の研究実施に際しては、関係する大学院生の協力も得ながら実施する。

令和6年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、過去の地震の震源モデル収集と整理、強震観測の維持管理、過去の強震記録の整理保存方法の検討

令和7年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層破壊過程と地殻構造不均質等の比較、強震観測の維持管理、過去の強震記録の整理保存方法の検討の継続

令和8年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層破壊過程と地殻構造や応力場不均質等の比較、強震観測の維持管理

令和9年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層パラメータのばらつき評価、強震観測の維持・管理

令和10年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層パラメータのばらつき評価継続、本研究課題の成果を踏まえた強震動予測のための震源モデル設定法の整理と提案、強震観測の維持管理

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

大地震の断層破壊過程の解析手法の改良のための研究として、本年度は、日本海溝沿いに近年整備されたS-net海底強震計記録の震源過程解析への活用についての研究を重点的に実施した。具体的には、2021年2月13日と2022年3月16日にそれぞれ福島県沖で発生したM7級のスラブ内地震を対象に、陸域＋海域の強震記録を用いた解析と、従来通り陸域の強震記録のみを用いた解析を行い、解析結果の比較を通じた議論を進めた。インバージョン手法は、マルチタイムウィンドウ線形波形インバージョン法（Hartzell and Heaton, 1983）とし、使用する波形データは陸域・海底強震計ともに、速度波形3成分（S波部分）で、周波数帯域を0.05～0.4 Hzとした。断層面の走向、傾斜はNIED F-netのモーメントテンソル解を参考に設定した。理論Green関数は、観測点毎に一次元速度構造モデルを仮定し、離散化波数法（Bouchon, 1981）と透過・反射係数行列（Kennett and Kerry, 1979）により計算した。各観測点の速度構造モデルは、全国1次地下構造モデル（Koketsu et al., 2012）より観測点直下の構造を抽出したものを基本とするが、S-net観測点では、海底下5 kmまでは、Nagashima et al. (2025)がS-net中小地震記録のH/Vを用いて同定した速度構造モデルに置換えることで、海底付近の堆積層の詳細な構造をできる限り反映させた。2021年、2022年の地震とも、大局的なすべり分布や破壊伝播の様相は、海底強震計記録の有無によらず大きな傾向は変わらなかったが、最大すべり量については海底強震計を含めた解析結果の方が、小さめになった。また、2022年野断層破壊は、2021年の地震ですべりの小さかった領域にて開始したことが分かった。S-net観測点での理論波形の観測に対する一致度は、JIVSMのみで理論Green関数を計算した場合に比べ、Nagashima et al. (2025)の速度構造モデルを取り込んだ理論Green関数の方が、振幅や位相の再現性が明らかに向上しており、Green関数計算のための速度構造モデルの重要性を再確認した。海水層を考慮可能なGreen関数計算手法の活用、三次元速度構造の影響なども今後の課題としてあげられ、引き続き、海底強震計記録を活用した震源過程解析のノウハウの蓄積が必要である。

また、動力学的破壊特性と強震動の関係に関する知見を得るため、動力学震源インバージョンの開発やテストを継続した。すべりの時空間分布を未知数として解く運動学的震源インバージョン解析と異なり、動力学的震源インバージョンでは、震源断層面上の初期せん断応力、ピーク摩擦係数、臨界すべり量の空間分布をMCMC法によって解くものである。平成28年熊本地震の最大前震（M_{JMA}6.5）を模擬したテスト用動力学震源モデルから生成した波形データを入力して、手法のテスト及び改良を継続した。前年度は、インバージョンに使用する強震波形の上限周波数を0.5 Hzとした解析のもとで検討を行ったが、今年度は上限周波数を1 Hzとして検討したところ、臨界すべり量の推定値や摩擦構成則の再現性が向上することを確認した。また、観測点配置についても、自治体震度計も活用することで、断層近傍での観測データが増え、より精度よく動的震源パラメータを拘束できることが期待される。

令和6年能登半島地震に関する研究の一環として、震源域周辺での強震動特性分析や震源インバージョン時のGreen関数計算のための速度構造モデル改良に資するため、石川県七尾市と穴水町において小

半径の微動アレイ探査を実施した。七尾市府中町周辺では、既存の大半径の微動アレイ探査（Asano et al., 2020）の位相速度分散曲線と接続し、浅部地盤構造に関する情報を得るため、半径0.6 m、6 m、20 mの微動アレイ探査を新たに実施した。その結果、S波速度200 m未満の低速度層の厚さが約30 mであり、この低速度層が周波数1 Hz付近の地震動増幅に大きく寄与していることを確認した。穴水町では、国立研究開発法人防災科学技術研究所K-NETのISK005（穴水）とISK015（大町）の両観測点（2観測点間の距離は約650 m）において、それぞれ半径0.6 mと6 mの微動アレイ探査を実施した。微動アレイ探査により得られたRayleigh波の位相速度は、ISK005では3 Hz以上で100 m/s以下と極めて小さいのに対し、ISK015では20 Hzでも350 m/sとISK005に比べてかなり大きい。AVS30の推定値も、ISK005では約110 m/s、ISK015では約640 m/sと大きく異なり、V_S < 200 m/sの層厚がISK005では15 m、ISK015では4 mであることが、両観測点での地盤増幅特性の違いとして説明できる。
関西地方で観測される地震の震源特性や強震動特性を高精度に把握することを目指した、京都盆地及びその周辺地域の堆積層及び岩盤での広帯域速度型強震計を中心とした強震観測を継続し、強震波形記録を収集・整理した。炭山観測室（宇治市）の観測室建物は、令和7年9月に所内経費により解体撤去した。定常・機動的強震観測や微動観測のための観測機材については、データ収録装置の修繕やスイッチングハブの交換など、適切な維持管理を実施した。連続記録を学内ネットワーク経由でリアルタイム受信している京都大学宇治構内及び京都大学百周年時計台記念館で観測された有感地震の波形記録はホームページで公開している。トリガー観測方式で運用している強震観測点の連続記録化への移行方法についての検討に着手した。京都盆地及び周辺での強震観測点の維持管理を行い、新たな強震記録を取得した。当研究所における過去の強震記録の整理・保存・活用法の検討を継続した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

建議の項目「3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究 (1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化 ア. 強震動の事前評価手法」における「地震被害を起こしうる大地震や巨大地震の震源特性を強震記録等により解析し、時空間的に複雑な断層破壊過程と震源近傍の強震動特性の関係を明らかにする。また，過去の地震の断層破壊過程の分析で得られた震源モデルから，将来発生する地震の広帯域強震動予測のための震源モデル設定に有用となる情報を抽出する」に直接的に貢献することを目指した課題である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Asano, K. and T. Iwata, 2025, Source Rupture Process of the Mw 6.2 Earthquake in the Noto Peninsula, central Japan, on May 5, 2023, Earth Planets Space, 77, 54. doi:10.1186/s40623-025-02186-w, 査読有, 謝辞有

浅野公之, 2025, 内陸地震の地震ハザード評価のための震源像の理解, 日本地震学会広報誌なゐふる, 140, 4-5., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

宮本　英・浅野公之・岩田知孝・Miroslav Hallo, 2025, モデル計算に基づく動的震源インバージョン手法の性能評価, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS10-13.

岩村虹希・浅野公之, 2025, S-net観測データを取り入れた有限断層インバージョン: 2021年福島県沖地震の震源過程, 日本地震学会2025年秋季大会, S15-15.

浅野公之・岩村虹希, 2025, 石川県鳳珠郡穴水町及び七尾市における微動アレイ観測, 日本地震工学会第19回年次大会, D-7-6.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地震：強震動地震観測

概要：広帯域速度型強震計または加速度型強震計による強震観測。トリガー観測が主体であるが、一部観測点は連続観測。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：京都府宇治市・京都市 34.91014 135.80216
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：公開留保中（協議のうえ共同研究として提供可） https://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/kyoto/

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和7年度に引き続き、主要な地震の断層破壊過程の解析を継続するとともに、他の地震の既往の解析結果の収集・分析もあわせて、震源断層での破壊過程と地殻構造や応力場の不均質性との関係などについて系統的な分析を進める。断層破壊過程の解析手法の高度化の一環として、動力学的震源インバージョンの開発を継続する。京都盆地及びその周辺地域の堆積層及び岩盤での広帯域速度型強震計を中心とした強震観測を継続する。過去の強震波形記録の整理や利活用方法の検討を継続する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

浅野公之（京都大学防災研究所）, 関口春子（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所地震災害研究部門強震動研究分野
電話：
e-mail：
URL：https://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：浅野公之
所属：京都大学防災研究所地震災害研究部門強震動研究分野

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI06

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震時地すべりの準備過程から発生後の災害に至るまでの総合的な事前評価手法の高度化
（英文）Sophistication on evaluation method of coseismic landslides from preparation to disaster stages

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震時地すべりは大地震のたびに発生し、地震による最も大きな災害要因の一つとなっている。近い将来、大規模な地震が予測される南海トラフ巨大地震や首都直下地震などにおいても、膨大な数の地震時地すべりが発生し、広域かつ甚大な被害に至ると考えられる。これまでの研究によって、地震時地すべりの地質・地形的な発生条件、特定の斜面における地震動増幅特性、強震時の斜面の変位特性や地下水挙動などが明らかになってきた。しかしながら、観測を未実施の斜面も含めた広域における斜面での地震波挙動や、地下水圧の変化や末端侵食などによって時間変化する斜面の安定性の評価が十分ではなく、地震時地すべりのリスクを時空間的に広く把握するには至っていない。また、崩壊した土砂の流動性も災害を拡大する大きな要因であり、さらに、地震動で不安定化した斜面においてもその後の降雨によって災害が発生しており、地震時地すべりの発生場だけではなく発生後のリスクについても把握することが必須である。このようなギャップを埋めるべく本課題では、①地質・地形的な発生条件のさらなる体系化、②地質・地形と結びついた地震波挙動の解明、③時間変化する斜面の安全率を考慮した地震時地すべりリスクの把握、④崩壊土砂の移動機構の解明、⑤強震を受けた後の斜面の長期的挙動の把握などを視野に入れ、地質・地形的な調査、物理探査、長期的な観測を実施し、地震時地すべりの事前予測手法の高度化やハザードマップ作成に向けてどのようなアプローチが可能かについて、地震時地すべりの発生メカニズムに基づいて明らかにすることを目的とする。準備過程から発生時のメカニズム、発生後の影響に至るまで、地震時地すべりが関わる一連の現象を本課題では扱う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

・地震時地すべりに特徴的な地質構造の抽出：　これまでに付加体の大規模山地において得た重力変形斜面内部の地質構造など崩壊斜面に共通する地質構造以外でも、過去の地震時に局所的に崩壊箇所が集中する場所について地質構造の抽出を進める。R6-8年度には硬岩地域の中でも中央構造線など大変形を受けた地質帯に着目しフィールドでの地質調査やDEMなどを用いた地形解析をおこなう。R9-10年度には、このような変形を受けた地質帯がどのように重力変形において再利用され、地震時地すべりの発生ポテンシャルに影響を与えるかについて検討する。

・より危険な斜面の特定手法の開発：　地質や地形をもとに抽出された危険斜面の数は膨大であり、それらの間でも、内部における風化や変形の進行度によって、地震時の崩壊リスクは異なる。そこで、物理探査によって斜面内部構造を明らかにし、危険な斜面の特徴を抽出する方法を開発する。R6-8年度に調査地の選定や観測を実施、R9-10年度にハザードマップの高度化に向けた手法開発を進める。
・斜面内外における地震波挙動の解明：　上記に関連し、地質調査、物理探査、常時微動観測を観測地すべり内外において多点かつ稠密に実施し、観測斜面内および周辺の斜面において、地震動の不均質性が地形や地質などのどのような要因に支配されているかについて議論する。これまで地震観測を実施してきた四国山地、北海道南東部などをフィールドとし、R6-9年度に観測・調査の実施、R7-10年度に解析および地震波挙動との関係についての考察を予定する。
・斜面の安全率の変化と強震時の斜面の変位、変形の関係の把握：　特に不安定な斜面においては、（降水や融雪による）地下水圧の変化や末端侵食などによって斜面の安定性が大きく時間変化する。このような斜面において強震動と斜面の変位・変形を同時観測することで、斜面の安全率に応じて時間変化する地震時地すべりリスクの把握手法を模索する。これまで地震・斜面観測をおこなってきた北海道南東部および阿蘇地域の地すべりにおいて実施する。観測はこれまでのものを継続、拡充しながらR6-10年度に実施し、R9-10年度にリスクの把握手法の検討をおこなう。
・崩壊土砂の移動挙動の把握：　崩壊土砂の移動挙動によって、災害の範囲や被害が大きく変化する。しかし、これまでのハザードマップ作成には崩壊発生場所のみが記述され、どの領域まで崩壊物質が流出するか組み込まれていない。そこで、R6-8年度にはこれまでに崩壊した斜面から崩壊物質を採取し、リングせん断試験をおこなうことによって流走距離の見積もりの高精度化を目指す。また、R9-10年度には数値シミュレーションも活用し、ハザードマップにどのようにして組み込むことが可能かについての示唆を得る。
・強震を受けた斜面の長期的な挙動の解明：　強震を受けた宅地盛土斜面はその後も不安定となり、年単位で変形が継続することが指摘されている。このような現象を多様な斜面で明らかにするため、熊本地震時に崩壊したテフラ斜面におけるこれまでの観測をR6-10年度にわたって継続し、観測データに基づいてR9-10年度に長期的な影響を明らかにする。さらに、強震後の斜面の長期的な安定性の評価には地震後にどのようなモニタリングが必要となるか提案する。
・総合討論：　斜面のスケールや崩壊に至るタイムスパンが斜面によって大きく異なるため、上記の研究はそれぞれの目的に応じて適切な調査地の選定をおこなったうえで実施するが、地震時地すべりが関わる一連の現象として捉えた時に上記の研究がどのように結びつくかについての総合討論をR10年度に実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

昨年度に引き続き令和6年能登半島地震時の斜面崩壊について集中的に調査を実施した。斜面崩壊の素因について、表層崩壊の発生場や崩壊深さを予測するうえで重要な風化帯構造に着目して調査した。この地域の地質は多様であるため、地質ごとに風化帯構造を比較して、風化帯構造の形成過程と表層崩壊の発生場についての関係を明らかにした。また、現地調査と地理情報システムを用いた分析の結果、流紋岩火砕岩からなる海岸線沿いの比高が大きく急傾斜の斜面において、割れ目沿いの岩盤崩壊、風化・変質火砕岩中の大規模な流れ盤地すべり、崩積土中のスランプ型地すべりといった多様な地震地すべりが発生したことが分かった。珪質シルト岩からなる山地では、珪質シルト岩の層理面がゆるい流れ盤を形成し地震地すべりのすべり面となった。層理面と他の地質分離面の組み合わせによるくさび体が流れ盤を構成する場合も含まれる。町野町の東西走向の尾根を持つ大規模崩壊斜面では、表面波探査の結果、崩壊斜面の滑落崖上方にすべり面の延長部を底面に持つS波の低速度領域が検出され、重力変形による緩み域が地震によって崩壊したことが示唆された。さらに、この斜面に置いて誘因となる地震動の特性を調べるため、余震観測を実施し増幅特性について調べたところ、H/Vスペクトル比が2Hzで3.6倍，4Hzで3倍となるピークを持った。また、多くの余震で2Hzの地震動の卓越方向は南北方向を持ち，地形効果により尾根と直交する方向に地震動が増幅されたことが示唆された。

また、主に南海トラフ地震などによって発生しうることが想定される西南日本における大規模岩盤崩壊については、大規模斜面災害の予測精度向上を目指し、四国山地をフィールドとして実施した基礎研究を実施している。今年度は地質構造上の弱面となる「急傾斜劈開構造」に着目した。その結果、四国山地内において不安定な構造を内包する複数の斜面を特定し、その運動特性や地質学的要因を明らかにした。また、これまで地震や降雨に伴って繰り返し崩壊が発生してきた四国の三波川帯南部に

位置するトウジ山では地表傾斜計による変形計測を2020年から行っている。2023年に追加した観測点の長期間の変形をまとめた結果、5月から10月にかけて、ほぼ斜面傾斜方向である北北西へ傾斜角が累積する傾向が認められた。累積傾斜角は2025年末時点で北方向に0.47˚，西方向に0.25˚である。

さらに、宅地盛土について、1995年兵庫県南部地震の際に多数の谷埋め盛土の変動が生じたことが報告されている西宮市を対象に、既往研究による谷埋め盛土の地形的な分析を発展させ、変動盛土の特徴を新たな見出した。具体的には、数十枚の空中写真を用
い、SfM (Structure from Motion)–MVS(Multi-View Stereo) 技術を活用することにより、造成前後の地表表層モデルを作成し、その差分から盛土を抽出することで詳細な盛土の形状を明らかにした。その結果、地震時に変動した盛土は変動しなかった盛土に比べ、旧河川が蛇行したところに造成されていたことが分かった。

阿蘇地域における2016年熊本地震によって崩壊した斜面上方では2021年から連続して変形と水文の観測を実施し、長期的な変形を観測してきたが、落雷により多くの観測システムが被害を受け観測が中断していた。このシステムの回復と、さらなる水文状態の把握のための観測網の拡充を目的として、これまでと同じ地点および斜面上方に 25 m 上がった地点にボーリングを掘削し、傾斜計と土壌水分計、間隙水圧計を埋設し2026年2月10日より観測を開始した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本課題は地震時地すべりについて、その発生の場から発生後の長期的な影響まで総合的に扱い、地すべりの発生メカニズムの解明を通じて、事前予測手法の高度化を図るものである。今年度は主に発生の場（素因）を解明することに主眼が置かれたが、日本国内のあらゆる地質に対応するべく、複数のフィールドにおいて調査を実施し、従来の地形的な特徴から推定されてきた危険度マップよりも詳細な地形・地質的特徴を明らかにし、マップの高度化へ向けた現象の解明が進んだと考えられる。調査地域には南海トラフ巨大地震の発生によって斜面災害の発生が予想される地域や宅地盛土が含まれており、「その他関連する建議の項目」にあげた「南海トラフ沿いの巨大地震」「首都直下地震」の災害軽減にも資するものである。今後は、誘因である地震動とこのような地質・地形的な特徴を関係づけて議論することで、事前予測手法のさらなる高度化を進め、高度化したハザードマップの作成への道順を提案したい。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

松澤真、渡壁卓磨、佐藤正人（2026）：地震時に発生した表層崩壊と風化帯構造の関係に関する一考察～令和6年能登半島地震の例～、応用地質、Vol.66、No.6、pp.1-12., 査読有, 謝辞無

S,Yamasaki (2026): High-density fold–cleavage structures as a controlling factor of landslides: A case study in the southern Oboke area of the Shikoku Mountains, Japan, Geomorphology, 495, 110137., 査読有, 謝辞有

林宏一, 鈴木徹, 稲崎富士, 小西千里, 鈴木晴彦, 松山尚典, (2025) : 深層ニューラルネットワークを用いた物理探査結果の空間的補間, 物理探査, 78, 16-32., 査読有, 謝辞無

Pananont, P., Naksawee, A., Hayashi, K., Furlong, K., Pornsopin, P., and Muangnoi, S. (2025).Shear-Wave Velocity Structure and Site Response Analysis of the Bangkok Basin for Seismic Hazard Assessment, Seismol. Res. Lett. 96 (6): 3409–3420, doi: 10.1785/0220250142., 査読有, 謝辞無

Kongming Yan, Gonghui Wang, Nikolaos Nikitas, Ning Bao, Issei Doi, Zhigang Tao (2025): Time-frequency analysis on seismic response and pre-toppling damage evolution of anti-dip rock slope under earthquake sequences by shaking table tests, Engineering Geology, 108220., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

松澤 真、渡壁 卓磨、 佐藤 昌人（2025）:令和6 年能登半島地震で発生した表層崩壊と風化帯との関係 、令和 7 年度 日本応用地質学会 研究発表会 講演論文集、pp.231-232

田近 淳、松澤 真、佐藤 昌人、渡壁 卓磨、千田 敬二、金山 健太郎、大津 洸介（2025）：微地形・表層地質から見た輪島市市ノ瀬地すべりの運動過程 、2025年度 公益社団法人日本地すべり学会 第64回研究発表会 講演要旨集、pp.270-271

Makoto Matsuzawa, Takuma Watakabe, Msasato Sato (2025) : Investigation of Weathered Zone Related to Shallow Landslides Triggered by the 2024 Noto Peninsula Earthquake in Oku-Noto, Japan , American Geophysical Union 2025 NH33C-0472

荒井紀之(2025) : 2024年能登半島地震により発生した地震地すべりの地質要因の究明–主に崩壊深度5m以上の深い地震地すべりを対象として–, 第62回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, pp.26-36.

荒井紀之・中山雅之・土井一生(2026) : 2024年能登半島地震により地震地すべりが群発した山地斜面の地震観測―輪島市町野町鈴屋の事例―, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会,D205.

林宏一，野中隼人，ハバードピーター, 横田泰宏，伊達健介, 升元一彦, 平貴昭, 曽我健一 (2025) : 分布型音響計測（DAS）と三成分速度型地震計により得られた表面波探査および微動アレイ探査のデータの定量的な比較, 第73回光波センシング技術研究会.

Hayashi, K., Martin, A. and Matsuzawa, M. (2025) : S-wave velocity profiles obtained by active and passive surface wave methods at the Portuguese Bend Landslide, 2025 Japan Geoscience Union Meeting.

Hayashi, K., Matsuzawa, M. and Kikuchi, T. (2025) : P-SV and SH two-dimensional viscoelastic finite-difference modeling including surface topography, 7th Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience & Engineering.

山田健太郎，古谷元，林宏一, 土井一生，王功輝 (2025) : 輪島市町野町における表面波探査・微動アレイ探査および単点三成分常時微動の測定, 物理探査学会第153回学術講演会.

上野慎也, 藤岡一頼, 沢田秀和, 村田芳信, 八嶋厚, 山崎充 , 井上雅王, 林宏一 (2025): 分布型音響センシングによる高速道路盛土のひずみ速度波形の評価, 土木学会第80回年次学術講演会.

上野慎也, 藤岡一頼, 沢田秀和, 村田芳信, 八嶋厚, 山崎充 , 井上雅王, 林宏一 (2025): 分散型音響センシングにより確認された低速度帯の要因推定, 土木学会第80回年次学術講演会.

Ueno,S., Murata, Y., Yamazaki, M., Fujioka, K., Yashima, A., Hayashi, K., and Ohno, Y. (2025): Expressway embankment health monitoring by DAS measurement, 29th International Conference On Optical Fiber Sensors, OFS100-71.

Lorenzo, J. M., Zanetti, M. R., Haviland, H. F., Bremner, P. M., Tsoflias, G. P., Hayashi, K., and Karunatillake, S.(2025): Evaluation of Mobile Seismic Platform in Heterogeneous Regolith Simulant, Lunar and planetary science conference 2025.

山田健太郎, 古谷元, 土井一生, 林宏一, 王功輝，山崎新太郎 (2025): 常時微動計測による輪島市町野町周辺の地盤構造, 日本応用地質学会北陸支部令和6年度研究発表会.

Jiangkun He、Gonghui Wang、Gen Furuya、Issei Doi、Koichi Hayashi、Yasuhiko OKADA (2025): On the complex landsliding phenomena on Ichinose area triggered by the 2024 Noto Peninsula Earthquake, 日本地球惑星科学連合2025年大会，HDS07-06.

王功輝、古谷元、林宏一、土井一生、松澤真、☒　孔明 (2025): 令和 6 年能登半島地震時に発生した内灘町の液状化と地すべり現象について、日本地球惑星科学連合2025年大会，HDS07-P07.

土井 一生、王功輝、山崎新太郎、大澤光、古谷元、大石怜生 (2025): Landslides damaged by repeated earthquakes - in the case of the slopes in Noto Peninsula -、日本地球惑星科学連

合2025年大会，HDS07-P10.

大石怜生、土井一生(2025)：地震時の盛土変動に影響する要因の検討、日本地球惑星科学連合2025年大会，HDS11-04.

岡庭信幸、土井一生、松浦純生、大澤光、岡本隆、土佐信一、柴崎達也（2025）：稠密地震観測による地すべり地の地盤特性の把握に向けた試み－北海道釧路町仙鳳趾地すべりを例として－、（公社）日本地すべり学会第64回研究発表会、2-29.

大石怜生、土井一生(2025)：常時微動観測と地形解析に基づく地震時の盛土変動に関する検討、（公社）日本地すべり学会第64回研究発表会、3-28.

大澤光、渡壁卓磨、土井一生、荒井紀之、東良慶、山川陽佑（2025）：線状凹地を伴う地すべりにおける地下構造の推定、（公社）日本地すべり学会第64回研究発表会、P-45.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地震：短周期地震観測：斜面観測
概要：斜面の地震動と変形を計測する
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：高知県大豊町
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：

項目：地震：地震：短周期地震観測
概要：斜面の地震動や傾斜、変形を計測する
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道釧路町
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：

項目：地震：地震：強震動地震観測
概要：斜面の地震動を計測する
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道根室市
調査・観測期間：
公開状況：

項目：地震：その他：斜面の総合観測
概要：斜面の傾斜、水分量、水圧を計測する
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：熊本県南阿蘇村
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：

項目：地震：地震：短周期地震観測
概要：斜面の地震動を計測する
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：石川県輪島市
調査・観測期間：2025/8/4-次年度も継続予定
公開状況：

項目：地震：地盤：微動探査・弾性波探査・速度検層
概要：盛土の内部構造と震動特性を把握する
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：兵庫県西宮市

調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：

（10）令和８年度実施計画の概要：

素因に関する研究として、以下のことがらを実施予定である。まず、令和6年能登半島地震により表層崩壊が群発した地域は、風化帯構造が素因となっていることが明らかとなったため、風化帯構造の形成メカニズムを解析する。また、令和6年能登半島地震により発生した最大の崩壊である大久保崩壊が起因する地質構造について詳細な調査を行う。続いて、主に南海トラフ地震などによって発生しうることが想定される西南日本における大規模岩盤崩壊については、本年度までの成果を基に、次年度は紀伊半島や静岡県東部等の深層崩壊発生地域へと調査範囲を拡大する。具体的には、これらの地域において急傾斜劈開構造の詳細な地質調査を実施するとともに、InSARデータを用いた広域的な斜面変動モニタリングを継続的に遂行する。四国山地で得られた知見を他地域で検証・適用することで、広域的な大規模斜面災害予測手法の高度化と、その知見の普遍性の立証を目指す。さらに、光ファイバを用いた振動計測（DAS）による浅部地盤のS波速度モニタリングを実用化し、地下の空洞やゆるみ領域の拡大をリアルタイムで把握する。手法の適用性を検討するために、数値シミュレーション、土槽実験、実大盛土実験を実施するとともに、空洞やゆるみ領域による変状が見られる地盤においてDASを用いた計測を行う。

誘因に関する研究として、北海道東部の地すべりで展開している多点地震観測網における観測記録の解析を進め、地すべり内外での地震波の詳細な伝播過程を把握し、地震時の地すべりの変位や内部変形に関する知見を抽出する。また、地すべりの変位量がどのように決まるかについて、強震時の地震動、地すべりの変位、間隙水圧の記録の収集を継続する。

阿蘇地域においては、今年度インストールしたセンサーも含め、変形と水文の観測を継続し、強震を受けた斜面の10年を超える時間スケールでの変形についてのデータ収集を目指す。また、これまでの強震時に得られた変形や水文変化の特徴を検討し、テフラ斜面特有の地震時の斜面変形・変動について解明を試みる。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

土井一生（京都大学防災研究所）, 王功輝（京都大学防災研究所）, 林宏一（京都大学防災研究所）, 山崎新太郎（京都大学防災研究所）, 松澤真（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：有
大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）, 西山賢一（徳島大学大学院社会産業理工学研究部）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4113
e-mail：doi.issei.5e@kyoto-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：土井一生
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI07

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）融雪火山泥流の発生・流動と噴火後の土石流・泥流発生ポテンシャルに関する観測と予測手法の開発

（英文）Observation and development of prediction methods for the generation and flow characteristics of snow-melting volcanic mudflows and the generation potential for debris/mud flows after eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

（4）その他関連する建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

融雪火山泥流の発生時の火山噴出物による雪の融解過程や融雪火山泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の確立を目的として、焼岳火山を対象に観測と予測モデルの開発を行う。さらに、火山噴出物の堆積や流出による土石流・泥流の発生ポテンシャルの時間的な変化と火山を有する流域からの土砂流出過程を予測する手法の確立を目的として、桜島、 メラピ、焼岳の火山を対象に観測と予測手法の開発を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度：（桜島火山）有村川において土石流の土砂濃度観測を実施する。これまでに有村川および野尻川において観測された水位、流量、LVPセンサーのデータ、XMPレーダーによる降水量、降灰量のデータの収集・整理をする。桜島東側斜面に形成されているガリの形状をドローンを用いて計測する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置の状況を確認するとともに、2018年以降の観測データを回収する。（焼岳火山）大規模な土砂流出に対応できる計測手法を検討するとともに、足洗谷流域で流砂観測を行う。焼岳で発生する融雪型火山泥流を対象として、これまで実施した融雪実験等の整理を行い、融雪型火山泥流の発生機構の未解明な要素について検討を行う。
令和7年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、ガリ形状の計測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をする。取得された流出量と降水量の関係を流出解析モデルで良好に再現出来るような計算パラメータ（透水係数、地表面の粗度係数）の最適値を土石流イベント毎に求める。また、不攪乱火山灰堆積箇所でのクラスト強度と透水特性を計測する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を行い、桜島火山を対象に構築した流出解析モデルをメラピ火山に適用できるように改良する。（焼岳火山）足洗谷流域を対象に大規模な土砂流出イベントにも対応できるような流砂観測体制を構築する。観測結果を利用して流域土砂動態モデルに改良を加える。火山噴火時の熱水噴出が融雪機構に及ぼす影響について、焼岳での現地積雪を用い、水路実験を実施して検討を行う。
令和8年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、ガリ形状の計測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をするとともに、土石流の流動メカニズムについて検討する。流出解析

モデルの計算パラメータの最適値を土石流イベント毎に引き続き求める。計算パラメータと降灰量との関係について解析する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を引き続き行い、メラピ火山用の流出解析モデルに改良を加える。（焼岳火山）足洗谷流域で流砂観測を継続するとともに観測結果を利用して流域土砂動態モデルに改良を加える。火山噴火時の熱水噴出が融雪機構に及ぼす影響について、焼岳での現地積雪を用い、水路実験を実施して検討を行うとともに砕流と積雪層との混合による融雪過程について、現地実験によって検討を行う。
令和9年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をするとともに、噴火起源の土砂供給と土石流の流動性の関係について検討する。降雨・流出の関係を流出解析モデルで良好に再現出来る計算パラメータの最適値を引き続き求める。また、クラストの形成・破壊を考慮したガリの発達・統合過程の数値シミュレーションを実施する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を引き続き行う。桜島と同様の解析を行い、流出モデルの最適パラメータを求める。計算パラメータと降灰量、降水量の経時変化を予測するモデルを構築する。（焼岳火山）足洗谷流域では流砂観測を継続するとともに流域土砂動態モデルにより、流域土砂動態モデルにより噴火が起きた後の土石流発生ポテンシャルの時間変化を検討する。火砕流と積雪層との混合による融雪過程についての現地実験による検討を継続するとともに、泥流の流動による斜面・渓床の侵食過程を考慮した数値シミュレーションモデルによって融雪火山泥流の発達・流下・減衰過程について検討を行い、泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の開発を行う。
令和10年度：桜島火山の有村川、焼岳火山の足洗谷流域での観測を継続し、噴火後の土石流発生ポテンシャル予測手法を構築する。また、クラストの形成・破壊とガリの発達が土石流発生ポテンシャルに与える影響を示す。焼岳火山による泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の完成を目指すとともに、これまでの成果のとりまとめを行う。桜島火山の有村川・野尻川、インドネシアメラピ火山で観測された各種データを収集・整理し、新規に取得したデータを用いて計算パラメータと降灰量、降水量の経時変化を予測するモデルの検証を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

前計画「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」では、火山防災上重要な２つの現象、すなわち火山灰堆積後の降雨による土石流・泥流の発生および噴火時の融雪型火山泥流の発生に関して、その危険度や規模を予測する手法の確立を目的とし、桜島火山、焼岳火山、メラピ火山等の火山を対象に観測と予測モデル開発を行った。また、時間的に変化する泥流・土石流の発生危険度や規模を予測する手法を検討するとともに、融雪型火山泥流の発生に関する従来の研究をさらに進展させた。さらに、これらのモデルを使って、噴火後の土石流・泥流の発生基準雨量や融雪型火山泥流に関する火山防災情報が提供できる知見を得た。
今計画「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）」では、融雪火山泥流の発生時の火山噴出物による雪の融解過程や融雪火山泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の確立を目的として、焼岳火山を対象に観測と予測モデルの開発を行う。さらに、火山噴出物の堆積や流出による土石流・泥流の発生ポテンシャルの時間的な変化と火山を有する流域からの土砂流出過程を予測する手法の確立を目的として、桜島、 メラピ、焼岳の火山を対象に観測と予測手法の開発を行う。
2025年度は、桜島火山については、前年度に引き続き有村川における土石流の土砂濃度観測を実施した。また、有村川流域に加えて野尻川流域の各種データの収集・整理をした。野尻川において月別降灰量と地表面の透水係数との関係を調べたところ、有村川流域と同様に、月別降灰量の増加とともに地表面の透水係数が小さくなっていることを確認した。焼岳火山については、足洗谷流域のヒル谷を対象に、土石流発生ポテンシャル（火山灰堆積厚と植生の密生度）の変化が土石流の流動深や流速に与える影響を明らかにした。また、掃流砂量の観測結果を利用して流域土砂動態モデルの現象再現性を向上させた。さらに、火山噴火時の熱水噴出が融雪機構に及ぼす影響について、焼岳での現地積雪を用いた水路実験を実施し、熱水流量と流出流量との関係を得た。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

土石流の発生ポテンシャルは、火山噴出物の堆積量の影響を強く受ける。つまり、堆積量が多いと浸

食される火山噴出物が増えるとともに、浸透能の低下による表面流の増加によって土石流が発生しやすくなる。これらのメカニズムを明らかにするとともに土石流の発生条件を定量的に評価できるような解析モデルを開発した。また、融雪型火山泥流の規模に大きく影響を与える融雪特性について、熱水による融雪が泥流の発生特性に与える影響を明らかにし、泥流の時空間的な変化を再現する数値シミュレーションモデルの高度化のための基礎的な知見を得た。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Hayato Sugawara, Yutaka Gonda，Relationship between occurrence of lahar and hydraulic properties of ashfall covered ground in the Arimura River basin of Sakurajima Volcano, Japan, Journal of the Civil Engineering Forum , Vol.11,No.2, p.181-190, 2025, https://doi.org/10.22146/jcef.18951, 査読有, 謝辞無

T. Iwai, S. Miyata, and K. Yamanoi, 2025, Changes in the Debris Flow Threshold Owing to Volcanic Eruptions: Evaluation with Numerical Simulations, J. Disaster Res.・富士技術出版社, Vol.20 No.6, pp. 1054-1061, doi: 10.20965/jdr.2025.p1054, 査読有, 謝辞有

Bonfrisco, M., Coviello, V., Vignoli, G., Miyata, S., Piantini, M., Engel, M., Nadalet, R., Dinale, R., Comiti, F., 2025, Temporal variability of bedload vs suspended sediment load and respective hysteresis cycles in a glacier-fed Alpine river, Journal of Hydrology・Elsevier社, Vol. 660, 133215（論文番号、ページ番号無し）, doi: 10.1016/j.jhydrol.2025.133215, 査読有, 謝辞無

1)Hiroshi Takebayashi: Characteristics of gully development on crust-forming volcanic slopes, Journal of Disaster Research, Volume20, 3, 317-328, 2025, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

菅原隼斗,権田豊、桜島有村川流域における火山泥流発生時の透水係数と火山灰の堆積厚の関係,令和7年度砂防学会研究発表会,2025

岩井智哉，宮田秀介，山野井一輝，2025，噴火による浸透能低下と源頭部の土砂堆積を考慮した数値解析に基づく土石流発生ポテンシャルの評価，令和７年度砂防学会研究発表会，R7-21.

富森莞太，宮田秀介，岩井智哉，高山翔揮，小杉賢一郎，2025，豪雨後に存在する小規模裸地斜面が土砂流出過程に及ぼす影響，令和７年度砂防学会研究発表会，R7-16.

宮田秀介，野中理伸，高山翔揮，小杉賢一朗，2025，TDRを利用した全流砂量計測の試行，令和７年度砂防学会研究発表会，P-175.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、ガリ形状の計測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をするとともに、土石流の流動メカニズムについて検討する。流出解析モデルの計算パラメータの最適値を土石流イベント毎に引き続き求める。計算パラメータと降灰量との関係について解析する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を引き続き行い、メラピ火山用の流出解析モデルに改良を加える。（焼岳火山）足洗谷流域で流砂観測を継続するとともに観測結果を利用して流域土砂動態モデルに改良を加える。火山噴火時の熱水噴出が融雪機構に及ぼす影響について、焼岳での現地積雪を用い、水路実験を実施して検討を行うとともに砕流と積雪層との混合による融雪過程について、現地実験によって検討を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中道治久（京都大学防災研究所火山防災研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

宮田秀介（京都大学大学院農学研究科）, 権田豊（新潟大学）, 堤大三（信州大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：

電話：

e-mail：

URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：竹林洋史

所属：京都大学防災研究所

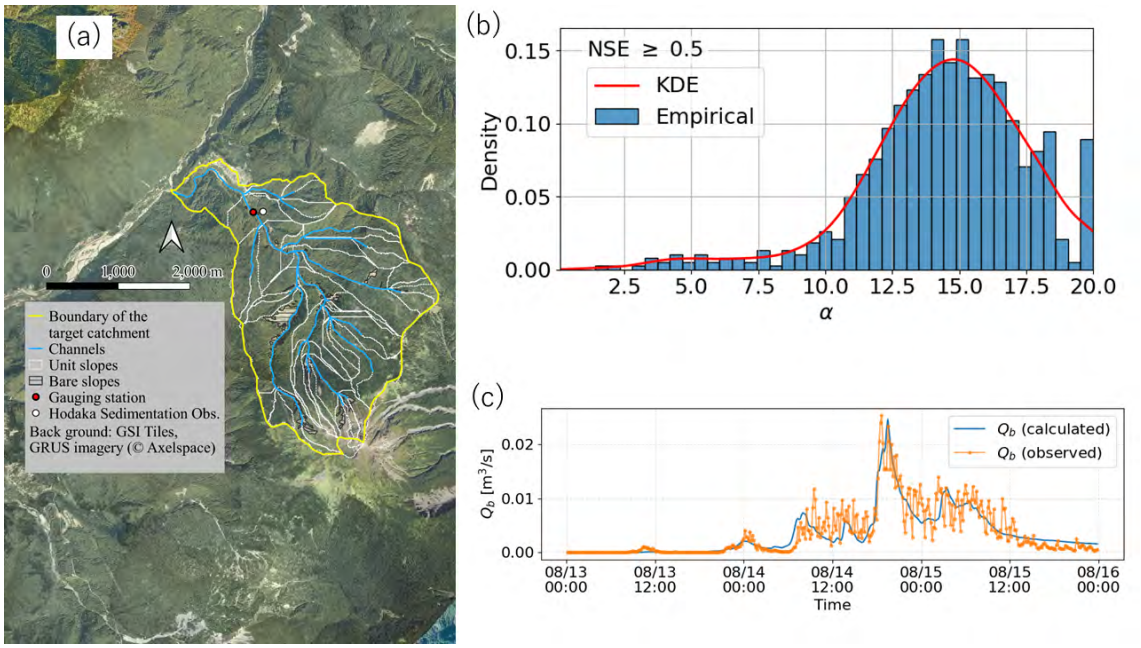


図1　掃流砂量のパラメタリゼーション

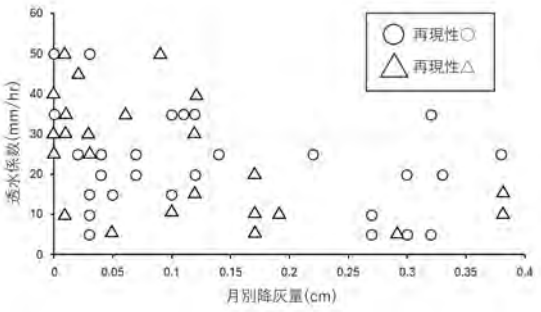


図2　野尻川流域の月別降灰量と透水係数



図3　熱水の給水による融雪泥流実験

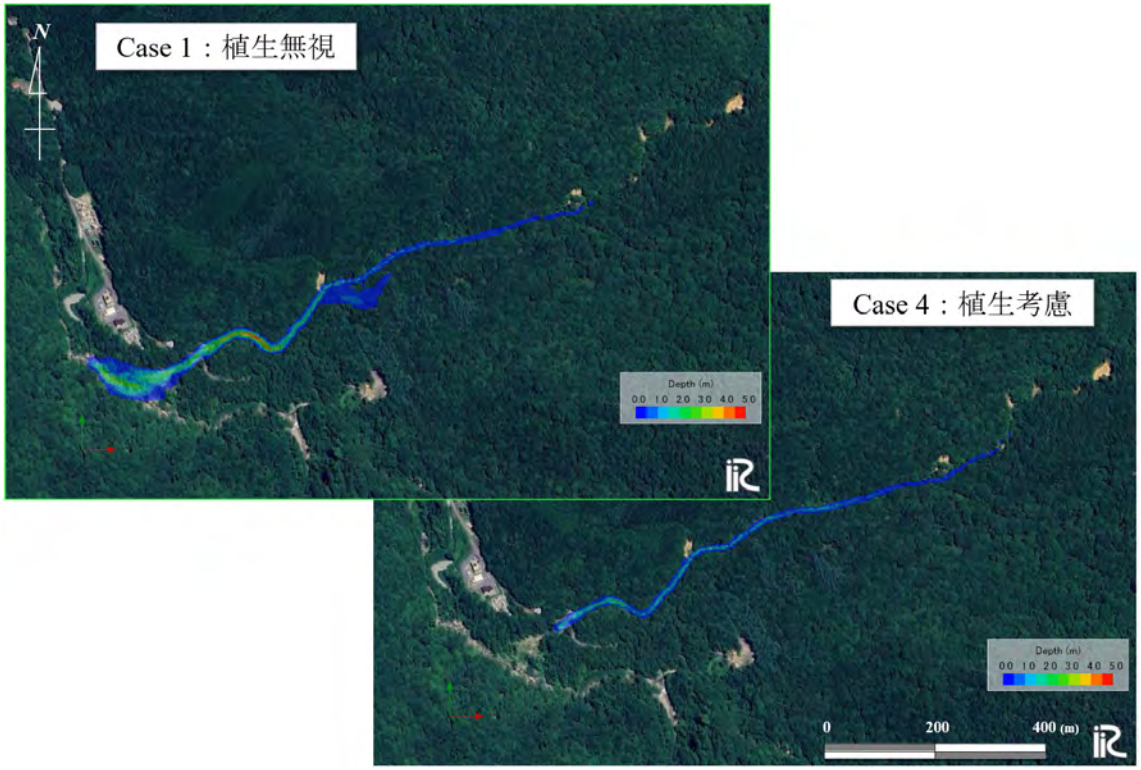


図4　植生の繁茂が土石流ポテンシャルに与える影響

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI08

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山噴出物の流下による災害のリアルタイムハザードマップの構築
（英文）Construction of real-time hazard map for disasters caused by flow down of volcanic products

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

（4）その他関連する建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山噴火によって放出される火山噴出物は、火山灰や火山レキとして降ってくる降下火砕物に火砕流や溶岩流として山腹を流動し堆積するものがある。それぞれ降灰予測や火砕流・溶岩流の流動シミュレーションが行われているが，それらの多くは噴出物量を仮定して計算されたものである。本研究では主に桜島火山を対象として、事前に降下火砕物，火砕流，溶岩流のシミュレーションによる堆積範囲や堆積量のデータセットを作成しておき，地震・地盤変動観測のリアルタイムデータから噴火により放出される噴出物量を計算し，その噴出物量にあったデータセットから降下火砕物・火砕流・溶岩流の堆積範囲と量を選び出すことで，噴火発生前に観測量の変化から更新されるリアルタイムハザードマップを作成するものである。また，火山噴出物の堆積範囲や量の事前予測に気象データを加えることで，降雨時の土石流リアルタイム予測を試行するものである。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度は過去の火山噴火における地震・地盤変動データの収集・解析を行い，膨張量と降下火砕物、火砕流、溶岩流の配分比の検討を行う。降下火山灰の量の把握を含め，火砕物の堆積量や土石流を把握するための観測体制を維持する。
令和7年度は噴出物量・配分比ごとの数値シミュレーションのデータセットの作成を行い、火砕流・溶岩流の流動シミュレーションの検討、土石流観測の継続とその流動シミュレーションの検討を行う。
令和8年度は前年度に続き、火砕流・溶岩流の流動シミュレーションの検討，過去の噴火によって流出した火砕流・溶岩流とシミュレーション結果の比較を行い，チューニング等を行う。土石流シミュレーションの判定に気象場条件の導入・検討を行う。令和9年度は火山噴出物の配分比に基づき，桜島の流域ごとに前駆現象と火砕流・溶岩流・土石流の関係を示したハザードマップを作成し、行政関係向けのセミナー等を開催しハザードマップのチューニングを行う。令和10年度は前駆現象のリアルタイムデータを入力したオンラインハザードマップを試作する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題は主に桜島火山の噴火によって生じる火砕流、溶岩流や噴火直後から降雨時に発生の危険性がある土石流のリアルタイムハザードマップを作成することを目的として、噴火発生前に観測量の変化から更新されるリアルタイムハザードマップを作成するものである。今年度は溶岩流の流下シミュレーションのロジックの作成およびシュミレーターのインターフェイスの作成を行った。また、火砕流、溶岩流のシミュレーションのために火口近傍の詳細地形が必要なためドローンによる昭和火口近傍のDEM作成のためのデータ取得を行った。過去の噴火における地震・地盤変動データの収集・解析を行い，膨張量と降下火砕物、火砕流、溶岩流の配分比の検討を行った。文献調査から昭和、大正、安永、天平宝字の大規模噴火時においては地質調査などから噴出物総量の７割程度が溶岩流となっている（小林、2019）。過去の大規模噴火時の溶岩流は噴出物総量の70%以上となることが多く溶岩流シミュレーションの噴出物の配分率に使用することとした。溶岩流のシミュレーションでは溶岩の降伏応力の値が流下距離の予測に重要なパラメータとなる。そのため、桜島の過去の溶岩流の地形形状から降伏応力値の推定を行った。桜島の過去の大規模噴火では両山腹噴火になることが多く、その際、西もしくは南側から流出した溶岩流と東もしくは北から流出した溶岩流の降伏応力値は東もしくは北から流出した溶岩の方が低い値をになっていた。今年度は、これらを元に火砕流および溶岩流の溶岩流の流下シミュレーションと危険度判定のロジック作成を進めた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

火砕流は高温の火砕物や火山ガスが山腹斜面を高速で流れ下るもので、火山噴火の中で最も危険な現象の一つであり、溶岩流は低速で流れ下るため人的被害は少なくてもその後の復旧は非常に困難で経済的被害が大きく、火山防災上、その発生予測は必要不可欠である。本課題において観測された前駆現象から火砕流・溶岩流の発生危険度判定の精度が上がり、シミュレーションによる火砕流・溶岩流の流下距離予測と組み合わせてリアルタイムハザードマップ作成の準備を進めている。このことは火山噴出物による災害誘因の即時予測手法の開発に貢献している。上記に加え降雨時に発生する土石流のハザードマップ作成にも着手し、火山噴火による斜面災害についての事前予測を高精度化していく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は桜島島内における地震・地盤変動データの蓄積を継続する。噴出物量・配分比を用いた火砕流と溶岩流の数値シミュレーションのデータセットの作成を行い、両者の流動シミュレーションを検討する。また、土石流とその流動シミュレーターの開発を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

為栗健（京都大学防災研究所）, 竹林洋史（京都大学防災研究所）, 中道治久（京都大学防災研究所）, 山本圭吾（京都大学防災研究所）, 山田大志（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0992932058
e-mail：tameguri.takeshi.2u@kyoto-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：為栗健
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI09

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）西南日本と中南米地域における巨大地震の地震津波災害軽減に向けた学際的比較研究
（英文）An interdisciplinary comparative study on earthquake and tsunami hazard mitigations of megathrust earthquakes in Southwest Japan and the Central and South American regions

（3）関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
イ. 津波の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
(2) 推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

プレート沈み込み帯に位置する国・地域では、将来の大地震と津波の災害の軽減に向けた取り組みとその推進が共通の課題である。本課題では、これまでの拠点間連携やメキシコなどで実施された地震津波災害の軽減に向けた研究で開発された、リスク評価と成果の社会実装のスキームを利活用して、南海トラフ沿いで発生する巨大地震の地震動及び津波に伴う災害の軽減に向けた学際的研究に取り組む。第一に南海トラフにおけるプレート間固着状況、震源モデルの構築、地震動及び津波によるハザード及びリスク評価と防災教育を含む地域社会への実装に向けた観測・調査研究を実施する。第二に、日本および海外で実施された地震・津波災害に関する分野横断型の学際的研究とその成果の比較研究により、南海トラフにおける巨大地震・津波のハザードとリスク評価の高度化とそれに対する自治体等の具体的な対策の提案を図る。

南海トラフ西端の日向灘ではM8級の巨大地震の発生可能性が地震調査研究推進本部から指摘されている。メキシコやエルサルバドルなど北中南米地域の太平洋沿岸部では、南海トラフと類似のテクトニクスと同様の防災研究における課題を有する。しかしながら、これらの巨大地震像と予測される被害は十分に理解されていない。

本課題の５か年では、日向灘及び宮崎県で実施する新たな観測結果に基づき、震源モデルの構築、地震動及び津波浸水に関するハザード評価とそれらによる被害のリスク評価を自治体と連携して実施する。また、リスク評価を適切に反映した防災教育を実施する。さらに、日向灘及び宮崎県など日本で得られる成果と、メキシコやエルサルバドルなどの海外の沈み込み帯で得られる研究事例との比較を行う。特に西南日本と中南米地域の理学、工学、人文・社会科学における地震防災科学の比較研究を実施し、地震・津波現象の理解のさらなる深化と、両地域に顕在、潜在する地震・津波災害の軽減に向けた課題の把握とその解決策の提案を図る。

（6）本課題の５か年計画の概要：

日向灘に面する宮崎県において、将来発生が危惧されるM8級の巨大地震の地震像の理解と、それに伴う地震・津波災害の軽減に向けて、国際比較研究を含む以下の４つの小課題を設定し、相互に連携して研究を実施する。

A. 地震・測地観測によるモニタリングに基づくプレート間固着状況の解明

小課題Aでは、南海トラフ西端部に位置する日向灘におけるプレート間固着状況の理解に向けて、海陸両方で地震・測地観測を実施する。スロー地震（テクトニック微動やスロースリップ）の検出や固着域推定に向けた手法の高度化を進める。波動論的なアプローチに基づくプレート境界の摩擦強度推定手法の開発を進める。観測されたスロー地震・微小地震活動に基づき、地震活動を統計的・物理的に予測する手法の開発を進める。さらに京都大学防災研究所宮崎観測所が保管する過去の観測記録（レガシー記録）のデータベース化や解析手法の開発及び解析も進める。これらの観測に基づき同地域におけるプレート相対運動とファスト及びスロー地震による地殻活動から固着分布を調べて、日向灘で将来発生しうる地震の震源像の構築及び巨大地震の予測手法の開発を目指す。

令和６年度においては、陸上GNSS観測を実施する。日向灘における過去のスロー地震記録と地震活動記録を比較し、スロー地震による地震活動の誘発効果を調査する。超広帯域･高ダイナミックレンジ海底地震計の開発および試験を行うとともに、次年度実海域に設置する6台の整備を進める。宮崎観測所内の過去の記録媒体の整理を行う。

令和７年度においては、陸上GNSS観測を継続し、GNSSデータから日向灘の固着分布の時間変化を推定する。日向灘におけるスロー地震による地震誘発効果を、既存の地震活動の統計モデルや物理モデルに組み込み、新たなモデルの開発に取り組む。前年度に開発した超広帯域･高ダイナミックレンジ海底地震計６台を日向灘に設置する。宮崎観測所内の過去の記録媒体のバイナリデータをアスキー化する。

令和８年度においては、陸上GNSS観測を継続し、GNSSデータを用いたSSEの検出手法の改良を行う。日向灘で新たに取得された地震・測地観測データに対して、上述のモデルを適用し、地震活動の予測の試行を行う。前年度に日向灘に設置した海底地震計６台について回収及び設置作業を行う。回収したデータの解析を行い、陸上観測点およびN-netとデータを統合した日向灘における高精度地震カタログの作成に着手する。宮崎観測所内の過去のアナログ記録（紙媒体）の電子化を実施する。

令和９年度においては、陸上GNSS観測を継続し、測地データと地震データを組み合わせて固着分布

の時間変化を推定する。日向灘で新たに取得された地震・測地観測データに基づいて、地震活動モデルの改良を行い、予測精度の向上を図る。前年度に日向灘に設置した海底地震計６台について回収及び設置作業を行う。回収したデータの解析を進めて日向灘の高精度地震カタログの作成を継続する。宮崎観測所内のアスキー化した過去の記録媒体にメタデータを付与する。

令和10年度においては、陸上GNSS観測を継続する。また、前年度までに引き続き日向灘に設置した海底地震計６台について回収及び設置作業を行い、回収されたデータを解析することで高精度地震カタログを作成する。宮崎観測所の過去の記録を整理したデータの再解析を実施する。本計画の先行の4年間を含む海陸の地震・測地観測データを総合し、日向灘における地震活動発生パターンを整理するとともに、日向灘における最適な地震活動予測モデルを提示し、将来発生しうる地震の震源像を構築する。

B. 地震・津波モデリングに基づく地震・津波シナリオの構築

小課題Bでは、小課題Aで得られる日向灘における巨大地震の震源像に基づき、地盤モデルや水深データを用いて、特に宮崎市の強震動予測地図および津波浸水予測地図、地震・津波シナリオおよびこれらをもとにした強震動・津波浸水による被害の結合ハザードマップの作成を自治体と連携して行う。地震時表層地盤応答モデルの高度化に向けた手法の開発及び調査観測を実施する。宮崎県沿岸部における津波堆積物の調査から過去の大津波の発生履歴の解明と波源域モデルの構築を目指す。津波伝播・遡上シミュレーション高精度化のために、周辺の浅海海底地形および古地形を含む陸上地形の収集及び計測を行う。震源像の基本想定のもと、さまざまな地震の震源過程の不確実性を考慮した確率強震動・津波モデルを構築する。特に得られた確率震源モデルにより、津波の伝播・遡上シミュレーションと強震動評価を実施し、津波災害の被害評価を行う。強震動域と津波浸水域を推定して、地震・津波シナリオおよびハザードマップを構築する。

令和６年度及び令和７年度においては、地震時表層地盤応答モデルの高度化に向けた手法の開発を行う。宮崎県沿岸部の特に県央部において、表層地盤の微動調査と津波堆積物調査を実施する。宮崎県沿岸部の古地形を含む陸上地形の調査を実施する。日向灘における、さまざまな地震の震源過程の不確実性を考慮した確率強震動・津波モデルを構築する。

令和８年度及び令和９年度においては、宮崎県沿岸部の特に県南部において、表層地盤の微動調査と津波堆積物調査及び古地形を含む陸上地形の調査を実施する。日向灘における津波の伝播・遡上シミュレーションと強震動評価を実施する。

令和10年度においては、令和９年度までの調査結果を精査し、日向灘M8級巨大地震の発生履歴を明らかにした上で、強震動域と津波浸水域を推定した地震・津波シナリオおよびハザードマップを構築する。

C.リスク評価と自治体の要望に即した地震・津波減災教育プログラムの開発と実施

小課題Bで得られる地震・津波シナリオ及びハザードマップに基づき、建築構造物や地形情報を考慮したリスクシナリオおよびリスクマップを作成する。リスクコミュニケーションの研究として、宮崎県や宮崎市が有するM8級の巨大地震に対する行政の対応の現状とニーズの把握に向けてインタビューを実施する。沿岸地域住民（自主防災組織等）や学校教育関係者からも同様のヒアリングを行う。その上で、小課題AやBで得られる最新の知見を行政・住民それぞれにどのように生かす事ができるか，成果の社会実装の視点から検討する。また、沿岸部の小中学校にIT強震計を設置するとともに津波避難訓練の結果を記録するアプリを活用し、地震計記録を生かした地域の震度モニタリングと避難行動記録を生かした津波避難戦略のプラニングを実施し、防災リテラシーの向上と学校教育・地域防災の教材開発にも取り組む。

令和６年度及び令和７年度においては、突発的な巨大地震・津波の発生シナリオや、南海トラフ東側での先行地震に伴う「臨時情報」の発表シナリオなど、さまざまな発災シナリオに応じた津波避難行動について、沿岸地域の住民等関係者からの聞き取り調査、避難訓練アプリ「逃げトレ」を用いた訓練や、同アプリによって収集したデータを地域ごとに分析するためのツール「逃げトレView」を用いた解析を実施する。また、IT強震計を宮崎市沿岸部の小中学校に設置するための準備および手続きを進め、準備が整い次第設置を進める。

令和８年度及び令和９年度においては、上記の訓練と解析から得られた実証的なエビデンスを用いて、沿岸地域住民や地元自治体職員を対象とした避難戦略立案ワークショップ、災害対応訓練を実施し、地震・津波災害に関する防災リテラシーの向上と、地震対応・津波避難戦略を地域社会への実装を行

う。また、設置したIT強震計データを収録する為のサーバーを立ち上げ，学校関係者や地域住民向けにデータを可視化したWebサイトの開発に着手する．開発したWebサイトについてユーザーからののフィードバックを収集し，Webサイトによる情報提供の在り方を検討する。

令和10年度においては、先行の4年間の成果を総括し、地震・津波に関する理学・工学的研究の成果を効果的に社会実装するためのプログラムを学際的な研究を通して体系化する。この際、「臨時情報」など、大きな減災効果をもたらす反面、不確実性や社会的混乱を招く可能性のある災害情報に関するリスクコミュニケーションに特に焦点を当てる。構築したIT強震観測網を維持する上での問題点を整理して、継続して維持できるよう対策を施すとともに，将来的な自治体への移管を視野にパッケージ化を行う。

D. 比較研究による地震・津波防災科学の推進

上記3つの小課題 A、B、Cを組み合わせた類似の研究は、これまでに日本国内のみならず、海外でも多く実施されてきた。特に中南米地域では日本の技術協力により、これまで多くの地震・津波防災に関する研究が実施された。本課題では、これらの成果に着目して理学―工学―人文・社会科学を総合した「比較沈み込み帯防災科学」として情報を集約して沈み込み帯における各地域間の比較研究を行う。比較研究を通じて、地域毎に顕在化する課題・問題点の整理を通して潜在化する問題点の把握を図る。顕在・潜在する問題の解決法を比較研究により見出す。これらの成果に基づき、地震・津波防災科学における「モニタリング・モデリング・リスク評価及び成果の社会実装」 の一連のスキームの高度化を図る。５か年では特に、メキシコ及びエルサルバドルを中心として、地震・津波災害の軽減に向けた調査・観測研究の実施と社会実測の事例との比較研究に取り組む。

令和６－８年度においては、メキシコとエルサルバドルにおける地震活動及び地殻変動の調査観測を実施する。メキシコ及びエルサルバドルとの研究者らとの協力により、現地における地震・津波シナリオの把握とその高度化を進める。地震・津波リスクの理解とリスク軽減に向けた中央及び地方行政の取り組みと実施上の問題点に関する情報を集約する。

令和９年度及び令和１０年度においては、前３ヵ年の調査を継続しつつ、日本国内の研究事例も含めて、比較研究により地域毎の課題・問題点を整理する。日本、メキシコ、エルサルバドルにおける地震・津波災害軽減に向けた課題の解決策を自治体等に提示する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度は、日向灘に面する宮崎県を対象として、将来発生が懸念されるM8級巨大地震の地震像の解明と、それに伴う地震・津波災害の軽減に向け、国際比較研究を含む以下の4つの小課題を設定し、相互に連携して研究を実施した。

A. 地震・測地観測によるモニタリングに基づくプレート間固着状況の解明

小課題Aでは、日向灘沿岸域におけるGNSS観測および日々の座標値算出を継続し、計算結果をWeb上で公表した。観測された地殻変動は、日向灘北部におけるプレート間カップリング、ならびに日向灘南部における2024年および2025年の日向灘地震に伴う余効すべりによる地殻変動によって概ね説明されることを確認した。また、日向灘南部の余効変動は、2025年末までに大幅に減衰していることが明らかとなった。さらに、過去30年間の地殻変動データに基づき日向灘沿岸でのプレート間カップリングの推定を行った結果、2019～2024年の期間では、1968年日向灘地震（M7.5）の震源域において固着が認められる一方、2024年日向灘地震（M7.1）の震源域では固着がほとんど認められないことが明らかとなった。

日向灘の地震活動と密接に関係すると考えられる海山（九州・パラオ海嶺）の沈み込みについて、過去に実施された海底地震観測データおよび陸上地震観測データを統合処理した地震波トモグラフィーを実施し、地震波速度構造のイメージングを行った。その結果、2024年の地震および1996年10月の地震の震源域のup-dip側に、地磁気データ解析で指摘されている海山に相当する速度異常域を検出した。加えて、推定した速度構造を用いて海底地震計により高精度に決定した震源を用い、海底観測期間外に発生した過去の地震に対する相対震源決定に基づく速度構造と地震活動との関係に関する調査を進めた。

日向灘では沈み込む九州・パラオ海嶺の周辺において活発なテクトニック微動活動が確認されている。加えて、同海域では活発な海底泥火山活動も観測されている。同様の泥火山活動が報告されている地域である台湾・台南市および高雄市東方の車瓜林・旗山断層帯を対象として、浅部で発生する極

微小テクトニック微動と、発生域周辺の断層固着との関係解明に向けた新たな観測に着手した。

日向灘で将来発生し得る巨大地震の予測手法の開発に向けた新たな取組として、韓国の国立数理科学研究所（NIMS）および東京大学地震研究所との共同研究により、超伝導重力計を用いた早期地震警報の開発を実施した。令和7年度は、韓国NIMSの地下実験施設Yemi Labに設置した超伝導重力計と広帯域地震計の同時観測を継続するとともに、新たに短周期地震計による同時観測も開始した。

地震活動の空間的特徴の把握は、地震活動を支配する背景場の理解において重要である。岩手沖では、プレート境界のすべり挙動が深さ方向に、スロー地震域、固着域、クリープ域という3つの異なる領域に明瞭に区分される。本研究では、これら各領域における地震活動の特徴を統計モデルにより初めて系統的に調査した。その結果、浅部スロー地震発生域では余震が有意に多く発生すること、巨大地震発生域では地震活動が最も低調であること、クリープ領域では背景の地震活動度が最も高いことが明らかとなった。これらの特徴は、各領域におけるプレート間すべり挙動の違いを反映したものと解釈される。加えて、クリープ領域の規模別頻度分布は明瞭な折れ曲がりを示し、地震マグニチュードに応じて破壊停止確率が変化する可能性を示した。特に、M3.7程度（断層サイズ約1 km）を超える規模のイベントでは、より小規模のイベントと比較して破壊停止確率が高いことが示唆された。

プレート間固着のモニタリング高度化に向けて、改良型エンベロープ相関法と海底地震計記録によるマッチドフィルター法を組み合わせた手法により、メキシコ・ゲレロ州沖におけるテクトニック微動および低周波地震（LFE）の検出に取り組んだ。その結果、同海域におけるLFEの初検出に成功した。特にLFEは微動に比べて震源決定精度が向上することから、ゲレロ州沖の地震空白域内におけるスロー地震活動のモニタリング高度化に資する成果を得た。

また、同海域の海溝付近で発生したMw6.7のプレート間地震が、津波地震と同様の特徴を示すことを見出した。具体的には、震源継続時間が同規模の他地震と比べて約70秒と長く、対数化した規格化エネルギーが約−6と通常の地震に比べて小さく、他の津波地震が示す値と同程度であった。これらの結果は、海溝軸付近で発生するプレート間地震の規格化エネルギーを精査することが、津波地震の発生域評価における重要な指標となり得ることを示唆する。

B. 地震・津波モデリングに基づく地震・津波シナリオの構築

小課題Bでは、宮崎県県央部に位置する宮崎平野を対象として、微動観測記録に基づく表層地盤調査を実施した。2025年8月および11月に、主として大淀川北部の市街地において、4か所で微動アレイ観測を実施するとともに、1 kmグリッドによる単点微動観測を行った。得られた微動記録からRayleigh波の位相速度および水平上下スペクトル比を算出し、概ね深さ60 mまでの表層地盤構造を推定した。

日向灘南部におけるM7級地震活動の特徴については、既往研究に加え、微小地震活動解析および津波波形の比較等を踏まえ、大地震の発生間隔や規模変化を含む発生様式に関する新たな見解を整理した。具体的には、日向灘南部では約60年周期で活動する2つの震源域が、約30年の時間差をもって交互に活動している可能性が示唆された。また、2024年地震に伴う震源域のすべり量は、震源域周辺の非地震性すべりレート解析から期待される約60年分のすべり遅れによる蓄積量と整合的であることが示された。一方、プレート沈み込み速度から算出される約60年分のすべり遅れ蓄積量に対しては、その約半分程度に相当すると推定された。すなわち、地震で解消されないすべり遅れの残余分は、余効すべりやスロー地震等により解消されている可能性がある。これらの結果を階層アスペリティモデルに基づき考察し、長期的かつ広域的に蓄積されたひずみが、1662年日向灘地震のようなM8級巨大地震を引き起こし得るとの結論を得た。

さらに、江戸時代の儒学者・安井息軒の一族の家系図（「日下姓安井系図」）に記された1662年日向灘地震に関する記述と、過去100年間の日向灘における地震活動の特徴等を踏まえ、1662年日向灘地震の新たな地震像を提案した。本地震は前震活動を伴った可能性があり、前震段階で津波を懸念した多くの住民が避難したことにより、結果として事前避難が実施された形となり、本震時の大津波による死亡者数の低減に寄与した可能性が示唆された。

C.リスク評価と自治体の要望に即した地震・津波減災教育プログラムの開発と実施

小課題Cでは、現状の地震・津波シナリオに基づく津波避難を中心とした防災教育プログラムの開発を継続するとともに、新たに聴覚障がい者向けのリスクコミュニケーション教材の開発に着手した。聴覚障がい者は、津波警報をはじめとする災害情報の入手に困難を抱えることから、聴覚障がいのない者に対して当事者の置かれた状況への理解を促すとともに、聴覚障がい者自身も災害・防災一般に

ついて学ぶことができる教材の開発を計画している。このため今年度は、聴覚障がい者と活動実績を有する宮崎公立大学および宮崎県聴覚障がい者協会と協働し、カードゲーム「ぼうさいダック」をベースとした教材を開発することで合意した。あわせて、「ぼうさいダック」を聴覚障がい者向けに試験的に実践し、教材設計に資する基礎情報を得た。また、日本語を解しない外国人向け防災教育ツールへの応用にも着手し、学童保育における小学生児童を対象として「ぼうさいダック」の試行を複数回実施し、現状の課題整理およびバリアフリー化に向けた検討を行った。加えて、地盤振動を小学校の防災教育に活用することを目的とした地震防災教育教材の開発に向けた準備も進めた。

宮崎県門川町において小中学生を対象に例年実施されている下校時一斉避難訓練については、昨年度に引き続き門川町からの依頼を受け、訓練内容等の監修を行った。今年度は安全管理上の観点から、昨年度に実施した障害箇所の設置は行わなかったが、門川町立草川小学校において「逃げトレ」を用いた記録取得ならびに学校長へのインタビュー等を実施した。

2025年12月には、宮崎市青島において、歩行者と自動車が混在する状況を想定した避難訓練を実施した。当日は宮崎公立大学の学生約70名が参加し、借上げタクシー10台の乗車・運行担当と交差点での歩行者役に分かれ、交差点において歩行者と自動車が交錯した際の車列挙動および渋滞への影響に関するデータを取得した。その結果、歩行者と自動車の交錯を可能な限り回避できる避難ルートを、歩行者・自動車双方で事前に検討しておくことにより、渋滞発生につながる自動車の減速を低減できる可能性が示された。また、宮崎市の津波避難看板整備事業に合わせて「逃げトレ」を活用した避難ルート確認等を行った。得られたデータは宮崎市に提供するとともに、実験結果について地域住民への説明会を実施し、避難のあり方に関する協議を進めていく予定である。

宮崎県教育庁が実施する高校生防災リーダー研修会においては、高校生10名を防災研究所が受け入れ、研修・研究活動を実施した。これに先立つ事前研修は宮崎公立大学が担当した。今後も、宮崎県が実施する高校生防災リーダー研修会に協力し、若年層に対するより専門的かつ実践的な防災教育の推進に取り組む。

宮崎市青島の青島小学校においては、「逃げトレ」を用いた津波避難訓練を実施した。「逃げトレ」により、その場で避難の成否を評価できることから、特定のゴールは設定せず、スタート地点のみを指定し、児童が主体的に考えて避難行動を選択する形式とした。実施にあたっては宮崎公立大学の学生、児童の保護者、地域ボランティアが参加し、学校・地域・大学が連携した取組を実現した。ここではゴールを定めない形式として、地域事情に精通した児童が状況に応じて避難先を選定した結果、観光客等の地域事情に不慣れな避難者が取り得ると想定されるルートや建物への避難とは異なる行動が確認され、「知っているが故に不適切な対応を取ってしまう」リスクを新たに発見・共有することができた。これらを踏まえ、避難場所の表示に加え、避難場所としては適切でない場所を明示する必要性等についても議論を行った。

D. 比較研究による地震・津波防災科学の推進

小課題Dに関連して、令和6年度に引き続き、理学・工学・人文・社会科学を総合した「比較地震・津波防災科学」として情報を集約するための環境整備を推進した。昨年度設置した京都大学の現地運営型研究室（On-site Laboratory）の一つである「地震・津波未災学国際Lab（iLETs）」では、学際的視点から各地域の地震・津波災害を比較し、普遍性および地域性の理解を通じて、地震・津波災害とリスクに関する理解の高度化を図っている。令和7年度は、2025年7月21日～23日に米国コロラド州立大学で開催されたGADRIグローバルサミットをはじめ、メキシコ地球物理学連合2025年大会、ペルー工科大学、ペルー地球物理学研究所において、iLETsの紹介および普及活動を実施した。

また、宮崎市をiLETsの国内フィールド拠点と位置付け、地震・津波防災に関する今後の取組を強化するため、京都大学防災研究所、宮崎公立大学、宮崎市危機管理部の三者による協議を、2025年8月8日に宮崎公立大学において初めて実施した。本協議では、三者がそれぞれ、専門的・科学的知見、行政機能および地域課題、地域防災教育・人材育成・フィールドを提供し、相互に連携して取組を推進することで、宮崎市の防災力向上を目指す方針を確認した。さらに、2025年12月には、宮崎市と京都大学防災研究所の間で連携協力協定を締結し、研究推進に向けた体制整備を進めた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究の（１）南海トラフ沿いの巨大地震の項目の成果として、以下に述べる内容で特に目的達成に貢献した。

将来の巨大地震の震源像の構築及び予測手法の開発を目指して陸域と海域で先進的な地震・測地観測を昨年から引き続き国内外で実施した。特に、過去30年の地殻変動データから沿岸のプレート間カップリングを推定した結果、2019～2024年は1968年日向灘地震（M7.5）震源域で固着が認められる一方、2024年地震（M7.1）震源域では固着がほとんど見られない結果が得られた。こうした固着分布の差異は地震発生様式の地域性を示す重要な基礎知見となり、観測に基づくプレート境界固着のモニタリングや災害評価の高度化に資する。

南海トラフと類似のテクトニクスや防災研究上の課題を抱える，他の国や地域での研究事例との比較研究を実施に向けて、メキシコ国内における研究推進に向けた拠点の形成が達成できた。これは、観測基盤と研究推進体制の整備における（４）国際共同研究・国際協力の項目について、特にメキシコおよびエルサルバドル国内における国際共同研究の実施として貢献した。

観測基盤と研究推進体制の整備における（5）「社会への研究成果の還元と防災教育」に関しては、津波避難を中心とした防災教育プログラムの開発を継続するとともに、津波警報等の災害情報の入手が困難な聴覚障がい者を対象としたリスクコミュニケーション教材の開発に着手し、当該項目の推進に大きく貢献した。具体的には、宮崎公立大学および宮崎県聴覚障がい者協会と協働し、健聴者の理解促進と当事者の学習を両立する教材として、カードゲーム「ぼうさいダック」の教材化に合意し、試行的な実践を通じて教材設計に資する知見を得た点は特に評価できる。

また、宮崎市、京都大学防災研究所、宮崎公立大学の三者が連携協力協定を締結したことにより、専門的・科学的知見、行政機能と地域課題、防災教育・人材育成・フィールドを相互に提供しつつ連携する体制が構築された。これにより、自治体および住民との協働を通じた地域防災力の向上を図るとともに、リスクコミュニケーションに関する研究を推進するための基盤整備に大きく貢献した。

観測基盤と研究推進体制の整備における（6）「次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成」に関しては、宮崎県が実施する高校生防災リーダー研修会を宮崎公立大学が支援し、防災研究所が高校生10名を受け入れて研修・研究活動を実施した。これにより、若年層に対するより専門的かつ実践的な防災教育の推進に取り組み、本項目の趣旨に沿った人材育成に貢献した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Chen, Y., Ito, Y., Plata-Martinez, R., Dominguez, L.A., Ohyanagi, S., Garcia, E.S., Flores, K., Cruz-Atienza, V.M., Shinohara, M. and Yamashita, Y., 2025. New insight into slow earthquake activities from continuous ocean bottom seismometers at the Guerrero seismic gap, Mexico. Geophysical Journal International, 241(1), pp.511-525, doi:10.1093/gji/ggaf057, 査読有, 謝辞無

Cruz-Atienza, V.M., J. Tago, L. A. Domínguez, V. Kostoglodov, Y. Ito, E. Ovando-Shelley, T. Rodríguez-Nikl, R. González, S. Franco, D. Solano-Rojas, J. Beltrán-Gracia, P. Miranda-García, F. Boudin, L. Rivera, A. Bécel, C. Villafuerte, J. Real, E. Kazachkina, and Arturo Ronquillo (2025), Seafloor geodesy unveils seismogenesis of large subduction earthquakes in Mexico, Science Advances, eadu8259, doi:10.1126/sciadv.adu8259, 査読有, 謝辞無

Ketzallina Flores-Ibarra, Vala Hjörleifsdóttir, Shri Krishna Singh, Arturo Iglesias, Xyoli Pérez-Campos, Yoshihiro Ito, The Complex and Long-Duration 2002 April 18 Mw 6.7 Near-Trench Earthquake in the Guerrero Seismic Gap, Mexico, Geophysical Journal International, Volume 242, Issue 2, August 2025, ggaf225, doi:10.1093/gji/ggaf225., 査読有, 謝辞無

山下裕亮・堀高峰, 2025, 日向灘南部における大地震の多様な発生様式, 地震2, 78, 127-146, doi: 10.4294/zisin.2025-2S, 査読有, 謝辞有

大本航, 杉山高志, 北原壮一郎, 山下裕亮, 矢守克也, 令和6年8月8日の日向灘の地震発生後の避難行動と南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）をめぐる対応の分析 －宮崎県宮崎市・青島地区における事例調査－, 2025, 自然災害科学, 44(3), 289-300, 査読有, 謝辞無

下裕亮, 2025, 2024年8月8日日向灘M7.1の地震から1年, 宮崎の自然と環境, 10, 8-13, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

平田一聖・山下裕亮・松島健・仲谷幸浩・平野舟一郎・八木原寛・中東和夫・江本賢太郎・松本聡・馬場慧・大柳修慧・伊藤喜宏・山本揚二朗・胡靚妤・山田知朗・篠原雅尚, 日向灘南部のM7クラスの繰り返し地震発生域の地震活動と地震波速度構造, 日本地震学会2025年度秋季大会, S06-09.

Issei Hirata, Yusuke Yamashita, Takeshi Matsushima, Yukihiro Nakatani, Shuichiro Hirano, Hiroshi Yakiwara, Kazuo Nakahigashi, Kentaro Emoto, Satoshi Matsumoto, Satoru Baba, Shukei Ohyanagi, Yoshihiro Ito, Yojiro Yamamoto, ChingYu Hu, Tomoaki Yamada, and Masanao Shinohara, Seismic Activity and Seismic velocity structure in the M7-ClassRepeating Earthquake Zone of the Southern Hyuga-nada, Japan,based on Seafloor and Onshore Seismic Observation, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025, P2-36.

平田一聖・山下裕亮・松島健・仲谷幸浩・平野舟一郎・八木原寛・中東和夫・江本賢太郎・松本聡・大柳修慧・伊藤喜宏・胡靚妤・山田知朗・篠原雅尚, Double-Difference 法を用いた日向灘南部のM7 クラスの繰り返し地震発生域の地震活動の特徴, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-16.

小松 理子・西村 卓也・松島 健・廣瀬 仁, 陸上GNSSデータと海域GNSS-Aデータを用いた日向灘におけるプレート間固着の推定,日本地球惑星科学連合2025年大会, SGD03-04

西村 卓也・山崎 健一・小松 信太朗, 2023年8月と2024年1月に発生した日向灘の地震(M7.1,M6.6)の地殻変動と震源断層モデル, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SGD03-05

小松理子・西村卓也・松島健・廣瀬仁, 2026, L1 トレンド・フィルタを用いて期間分けした日向灘におけるプレート間固着分布の時間変化,日本測地学会第144回講演会, 20

貝柄敬哉・松島信一・長嶋史明, 2025, 宮崎平野における微動観測記録に基づく地下構造の推定, 日本地震工学会2025年大会, D-5-1

Chen, Y., Y. Ito, R. Plata-Martinez, L. A. Dominguez, S. Ohyanagi, E.S. Garcia, K. Flores-Ibara, V.M. Cruz-Atienza, M. Shinohara, and Y. Yamashita, 2025. New insight into slow earthquake activities from continuous ocean bottom seismometers at the Guerrero seismic gap, Mexico. International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025

Flores-Ibarra, K., Y. Ito, and Y. Kaneko, 2025, Study of Scaled Energy in Latin America, EGU2025, Vienna, Austria, EGU25-18023, doi: doi:10.5194/egusphere-egu25-18023

Flores-Ibarra, K., and Y. Ito, 2025, Tsunami Earthquakes in The Middle America Trench (MAT), International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes, Kochi, Japan. OS2-18

Flores-Ibarra K., J. Tago, and Y. Ito, A Review Of Recorded Tsunamigenic Earthquakes Impacting Manzanillo, Mexico And El Salvador, RAUGM2025, Puerto Vallarta, Mexico, SE03-20

Ito, Y., and G. Nakano, 2025, Establishing a Global Research Hub for Comparative Earthquake and Tsunami Disaster Science: Kyoto University On-Site Laboratory “International Research Laboratory for Earthquake and Tsunami Risk Cognition and Reduction (iLETs)”, 7th Global Summit of GADRI, P13

Ito, Y., K. Flores-Ibara, Y. Chen, and A. Hernández, 2025, Seamount Subduction and Slow Earthquake Activity in the Guerrero Seismic Gap: Implications for Tsunami Earthquakes and Accretionary Wedge Properties, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes, Kochi, P2-63.

Ito, Y. (2025). Comparative Earthquake and Tsunami Disaster Sciences: iLETs’ Vision for Japan-Latin America Collaboration, Chile-Japan Academic Forum 2025, Lecture1 招待講演（Keynote）

Ito, Y., K. Flores-Ibara, Y. Chen, and A. Hernández, 2025, Seamount Subduction and Slow Earthquake Activity in the Guerrero Seismic Gap: Insights into Tsunami Earthquakes and Accretionary Wedge Properties, RAUGM2025, Puerto Vallarta, Mexico, SE03-7

Ito, Y., K., Flores-Ibara, Y., Chen, and A. Hernández, 2025, Seamount Subduction and Slow Earthquake Activity in the Guerrero Seismic Gap: Insights into Tsunami Earthquakes and Accretionary Wedge Properties, AGU2025, New Orleans, USA, T51C-0100

ChingYu Hu, Masanao Shinohara, Yusuke Yamashita, Takashi Tonegawa, Tomoaki Yamada, Takeshi Akuhara, Kimihiro Mochizuki, Spatiotemporal Characteristics of Fast and Slow earthquakes in the Hyuga-nada Region from OBS Observations, 日本地震学会2025年度秋季大会, S09-09

Ito, Y., T. Nishikawa,Y. Ito & S. Ohyanagi, (2025) Comparative Analysis of Seismicity across Three Depth-Dependent Slip Regimes in the Japan Trench Subduction Zone, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes, P1-63

伊藤悠太・西川友章・伊藤喜宏・大柳修慧　(2025),日本地震学会秋季大会2025 日本海溝沈み込み帯における滑り挙動の深さ方向変化に応した三領域での地震活動の比較 S09-08

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

次年度は、日向灘に面する宮崎県を国内フィールド拠点として位置付け、将来発生が懸念されるM8級巨大地震の地震像の解明およびそれに伴う地震・津波災害の軽減に向けて、メキシコおよびエルサルバドルを主たる海外拠点とする国際比較研究を含む以下の4つの小課題を設定し、相互に連携して研究を実施する。

A. 地震・測地観測によるモニタリングに基づくプレート間固着状況の解明

令和8年度は、令和7年度に引き続き、日向灘沿岸域における陸上GNSS観測を継続し、プレート間固着の推定およびスロースリップイベント（SSE）の検出を実施する。あわせて、トカラ列島群発地震への対応により令和7年度に見送った日向灘での海底地震観測については、海底地震計を概ね4台設置して観測を開始する。

また、日向灘における過去の海底地震観測データを用いた地震波速度構造の推定および地震活動の再解析を進め、海山の沈み込みと地震活動との関連に関する知見の深化を図る。さらに、日本、ニュージーランド、韓国、台湾等で取得される観測データを解析し、プレート間固着状況の理解およびそのモニタリング高度化に資する解析にも取り組む。

B. 地震・津波モデリングに基づく地震・津波シナリオの構築

令和8年度は、令和7年度に引き続き、微動調査等を通じて宮崎平野の地盤構造に関する情報を収集し、調査範囲の拡大および推定精度の向上を図るとともに、より深部までの地盤構造推定を実施する。あわせて、宮崎県沿岸部において津波堆積物調査および津波のモデリングを行う。さらに、昨年度に引き続き、日向灘を対象として、各種地震の震源過程に内在する不確実性を考慮した確率論的強震動・津波モデルの構築を推進する。

C.リスク評価と自治体の要望に即した地震・津波減災教育プログラムの開発と実施

令和8年度は、令和7年度に引き続き、突発的な巨大地震・津波の発生シナリオや、南海トラフ東側での先行地震に伴う「臨時情報」の発表シナリオ等、複数の発災シナリオを想定し、それぞれに応じた津波避難行動の調査を実施する。

「ぼうさいダック」を聴覚障がい者向け教材として最適化するため、聴覚障がい者の参加を含む防災教育ワークショップを少なくとも2回開催する。ワークショップでは、聴覚障がい者が抱える困難や課題についてヒアリングを行い、その結果を踏まえて「ぼうさいダック」聴覚障がい者版の試作版（プロトタイプ）を開発し、試行的な実践を通じて改良点を整理する。あわせて、地盤振動を教材とした地震防災教育プログラムの開発を進める。

学校や地域において、避難訓練アプリ「逃げトレ」を用いた避難訓練を実施するとともに、同アプリにより収集したデータを地域別に分析するためのツール「逃げトレView」を用いた解析を行う。加

えて、地盤振動を小学校の防災教育に活用することを目的として開発する地震防災教育教材について、宮崎市内の小中学校での実施に向けた準備および必要な手続きを進める。

D. 比較研究による地震・津波防災科学の推進

令和8年度は、令和7年度に引き続き、メキシコおよびエルサルバドルにおける地震活動ならびに地殻変動に関する調査・観測を実施する。あわせて、両国の研究者との協力のもと、現地における地震・津波シナリオの把握および高度化を進めるとともに、災害情報の伝達方法に関する検討を行う。

国内フィールド拠点である宮崎市での取組も含め、地震・津波リスクの理解およびリスク軽減に向けた中央・地方行政の取組と、実施上の課題に関する情報の集約を行う。特に、日本、メキシコ、エルサルバドルの各地域を対象として、地震情報の発表後における自治体および個人の対応・行動、ならびに災害後の復旧対応について、「タイムライン防災」の視点から整理・比較する。これらの比較にあたっては各地域の文化的差異を考慮しつつ、共通点および相違点を明らかにし、発災前後の対応の一般化と、その成立条件の抽出を目指す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

伊藤喜宏, 矢守克也, 松島信一, 森信人, 西村卓也, 宮澤理稔, 浅野公之, 長嶋史明, 山﨑健一, 西川友章, 中野元太, 宮下卓也（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

山下裕亮（宮崎公立大学）, 平石哲也（一般財団法人　沿岸技術研究センター）, 篠原雅尚（東京大学地震研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774-38-4240
e-mail：ito.yoshihiro.4w@kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/yito/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：伊藤喜宏
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI10

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地殻活動の機動観測を通じた内陸地震に伴う災害の軽減に関する総合的研究
（英文）Interdisciplinary investigations into mitigating crustal earthquake disasters through campaign observations of crustal activity

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
イ. 考古データの収集・集成と分析
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

我が国において内陸で発生する大地震は、これまで甚大な災害をもたらしてきており、また南海トラフのプレート境界で繰り返し発生する巨大地震前には、西日本の内陸地震が活発に発生する傾向があることが知られている。このような内陸で発生する地震を対象として、５か年を通じて総合的なアプローチで災害軽減に資する研究を推進することを目標とする。本課題では、近畿・北陸地方を中心に、地震活動や、構造、変形速度、応力場等の調査から、内陸地震が発生する場やその過程を、多項目の機動観測を通じた研究により明らかにし、史料・考古記録も活用することで、地震ハザード予測に貢献する。社会科学的アプローチから、近隣の地震活動に関する市民の理解を醸成するための双方向型・対話型のリスクコミュニケーションモデルの提案を目指す。大地震発生時の観測対応を行うほか、機動観測を通じた人材育成を進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

１．能登半島地震の地球科学的調査とリスクコミュニケーションモデルの提案
能登半島地震発生域において、地震観測や、GNSS観測、電磁気観測、光ファイバーセンシングによる歪み観測等の地球科学的観測を継続的に実施する。これにより、令和6年能登半島地震に関して、背

景テクトニクス場の解明、地震の発生過程の解明、地震活動モデルのアップデート等の研究を行う。
2020年末から群発地震活動の活発化が始まっていた石川県珠洲市において、シンポジウムとパネルディスカッションを定期的に開催し、市民、地元自治体、地域事業者、マスメディアの理解の醸成を狙ったリスクコミュニケーションモデルを提案する。
都市近傍でも発生する被害地震や群発地震を念頭に、リスクコミュニケーションモデルを用いた市民向けイベントを阿武山観測所において実践し、モデルの検証とフィードバックを図る。
２．京都府南部を中心とした歴史被害地震に関する調査
長岡京（京都府）を対象としたDASによる地震動測定や機動観測を実施する。地震痕跡と浅部地盤解析結果との比較や、歴史地震との対応を調査する。また、その様な歴史地震の候補となる断層帯における機動観測を通じて、地震発生場の解明を進めるほか、地震痕跡を残した地震動の調査を行う。
３．地震・地殻変動観測による人材育成と内陸地震発生時への対応
地震・GNSSの機動観測を通じた若手研究者育成や、地震・地殻変動定常観測点の適正化、内陸地震発生時の臨時地震観測を実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

〇能登半島地震に関する成果

2025年7月27日に石川県珠洲市で「能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査の成果報告シンポジウム」を開催（主催：能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査グループ、共催：珠洲市、後援：金沢地方気象台、石川県）し、約100名の市民が参加した（図1）。地震活動に関する研究成果発表が行われたほか、「災間」のリスクコミュニケーションモデルの提案に資するパネルディスカッショを開催した。本リスクコミュニケーションの特徴は、自然現象と社会課題に関するオープンな対話を通して、社会と自然がもたらす諸リスクとともにある社会のあり様をコミュニケートする点であった。パネルディスカッショには、珠洲市区長会長、珠洲市立中学教諭、珠洲市在住の高校生と、金沢大学の研究者、計７名が登壇した。市民と研究者が対話することで地震活動に対する素朴な疑問や分からなさから生じる不安を解消し、市民の視点から災害を経た現在の社会課題について共有し、その過程で再編されるコミュニティに目を向け、災害をきっかけに社会課題の深刻さが増すなかでの地域のあり様が話し合われた。シンポジウム終了後には、聴講した市民を対象としたアンケート調査を実施した。その結果、自然現象に対する理解の深まりと、自然に起因するリスクを受容しながらも、社会課題に柔軟に変化しようとする結果が見られた。

2025年3月～４月に、能登半島北東部の光ファイバケーブル(約28km)を利用し、分布型音響センシング（DAS）による超高密観測を行った。この光ファイバケーブルは2023年の群発地震活動時にDAS観測を行ったのと同一のケーブルである。2024年M7.6の地震によっても光ケーブルは切断されることないことが実証され、大地震後の余震観測にDAS観測が有効であることを実証した。光ケーブル敷設地域の地震活動だけでなく、能登半島西方沖にまで拡大した地震活動までを捉える事ができた。更に、2023年に能登半島北東部で発生した地震のDAS記録から、下部地殻で反射してきたと考えられるS波後続波を見出した（図2a）。複数地震について認められおり、反射体は、深さ約25km程度の場所で北に緩やかに傾斜する分布をしていると考えられる（図2b）。また、DASの記録と、珠洲市内で行っている光ファイバー歪み測定の記録、地震計の記録を用いて、群発地震活動時の小地震の震源過程に関する研究を行った。

臨時GNSS観測とGEONET及びソフトバンク独自基準点のデータの統合解析による地殻変動モニタリングから、2024年能登半島地震の余効変動が減衰しながらも継続し、特に能登半島全域が沈降していることを明らかにした（図3）。粘弾性緩和の計算から、沈降は今後数十年間に渡って沈降が継続すると予測される。

2024年能登半島地震前に開始した奥能登4か所での電磁気観測について、連続観測を維持・継続した。電磁気応答の長期間の変動の有無について解析を進めている。また、群発活動開始後に取得した海陸のMT観測データに、2007年能登半島地震後の既取得データを加えて、奥能登北部全域の3次元地下比抵抗構造解析を進めた。

〇山口県北部

山口県北部では2025年2月頃から、深さ約25kmの下部地殻で群発地震活動が始まり、それに伴う地殻変動も観測された。このため震源域のほぼ真上に位置する伏馬山（萩市）にオンラインの地震観測

点とGNSS観測点を設置した。この他、オフラインの臨時観測点を他機関（東大地震研、東京理科大、産総研）と協力して設置した。伏馬山の地震観測点の検測値を用いて震源決定を行うと、気象庁検測値だけの場合に比べて震源が約1~1.5km程深く求められた。推定された発震機構解は必ずしも広域応力場を反省せず、複雑な駆動源が存在している可能性がある。

地殻変動モニタリングからは、2025年2月より群発地震にほぼ同期した隆起や膨張を示す地殻変動が観測され、地震発生域とほぼ同じ位置深さの開口割れ目モデル（体積変化量$3.7\times10^7 m^3$）で説明できることがわかった。これは阿武火山群の深部マグマ溜まりにマントルから流体が上昇したと解釈できる。過去の水準測量データの解析から、同様な流体上昇イベントが過去100年間に２回おこっていた可能性がある。

〇その他

京都府南部の国道171号沿いで、都市部の地震動に対する揺れやすさを調査する目的でDAS観測を実施した。交通量が多い記録ながらも、表面波の分散性から浅部地下構造が推定できる可能性があることが分かった。

有馬ー高槻断層帯と中央構造線断層帯周辺でのGNSS観測を継続した。

能登半島での観測および山口県北部での観測には大学院生が複数名参加し、それぞれ観測技術を取得した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究で提案する災間のリスクコミュニケーションモデルは、災害リスクがあり、過疎化等が深刻化する珠洲市においても、柔軟にコミュニティを変容させながら生の充実を図るという姿勢の醸成であり、この醸成はアンケート結果からも明らかになっている。災間のリスクコミュニケーションの継続と展開が、特に過疎化が進む地域社会における防災対策の推進と、日常における柔軟なコミュニティの変容を生む。

能登半島地震のあと、能登町などで局所的な地盤沈下や余効変動による高潮・浸水被害が出ている。今後の復興工事などに役立ててもらうため、国土交通省能登復興事務所に上下変動の観測データ及び粘弾性緩和による予測変動量を提供した。

京都府南部でDAS計測のために光ケーブルを借用している京都国道事務所にて、事務所長・副所長らと面談を行い、国道沿いの地盤状況のモニタリング等について意見交換を行った。

山口県北部の地殻活動に関する臨時観測は、山口県防災危機管理課と萩市防災危機管理課に対し、観測結果に関する情報提供について協力する体制を整えて行われた。

能登半島の地殻活動に関する結果と、山口県北部の地震活動の結果については地震調査委員会に資料を提出した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

船曳 祐輝、宮澤 理稔, 2025, DAS記録による震源メカニズム推定: S/P振幅比と極性反転の比較, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT42-P03

Louisa Bagot, Bogdan Enescu, Shiro Ohmi, Masatoshi Miyazawa, Tetsuya Takeda, 2025, Estimation of variations in the shallow crustal velocity structure in the Nagano region, Japan, from dense seismic observations, using seismic interferometry, SCG45-P39, JpGU 2025

高木 涼太、吉田 圭佑、岡田 知己、福島 駿、宮澤 理稔、前田 拓人、平野 史朗、石瀬 素子、椎名 高裕、平松 良浩、2025, 地震計ノードを用いた高密度観測に基づく2024年能登半島地震陸域震源域の詳細なS波速度構造, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS10-18

土井 惇慈・宮崎 真一・西村 卓也, 2025, MCMKF-NIFのすべり・開口の同時推定と能登半島における群発地震に関連する地殻変動データへの適用, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SGD03-P05

西村 卓也・平松 良浩・太田 雄策, 2025, GNSS稠密観測網で観測された2024年能登半島地震(M7.6)後の地殻変動, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MTT37-P03

吉村・他, 2025, 2024年能登半島地震に至る群発地震活動域周辺の3次元比抵抗構造, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG61-02

船曳 祐輝、宮澤 理稔、荒木 英一郎、田中 愛幸, 2025, DAS記録にみる小–中規模地震の多様な地震波動場とその震源過程、日本地震学会2025秋季大会、S08-05

佐藤 光樹、平松 良浩、岡田 知己、吉田 圭佑、髙木 涼太、酒井 慎一、蔵下 英司、江本 賢太郎、松本 聡、山中 佳子、勝俣 啓、宮澤 理稔、前田 拓人、石瀬 素子、今西 和俊、椎名 高裕、2025, 令和6年能登半島地震（M7.6）の余震の静的応力降下量と本震の地震時すべり量の関係、日本地震学会2025秋季大会、P08-10

今西 和俊、雨澤 勇太、宮澤 理稔、西川 友章、西村 卓也、長岡 愛理、宮町 凜太郎、大見 士朗、2025, 山口県北部における深部群発地震のメカニズム解推定、日本地震学会2025秋季大会、P23-03

西村 卓也、宮澤 理稔、西川 友章、長岡 愛理、宮町 凜太郎、太田 雄策、高橋 浩晃、大園 真子、2025, 山口県阿武火山群周辺で観測された非定常地殻変動、日本地震学会2025秋季大会、P23-04

雨澤 勇太、矢部 優、佐脇 泰典、今西 和俊、宮澤 理稔、西川 友章、西村 卓也、長岡 愛理、宮町 凜太郎、大見 士朗、2025, 山口県北部群発地震：震源分布の複雑な時空間変化と駆動メカニズム、日本地震学会2025秋季大会、S23-02

岡田 知己、宮澤 理稔、西川 友章、西村 卓也、長岡 愛理、宮町 凜太郎、大見 士朗、松本 聡、髙木 涼太、2025, 山口県北部で2025年に発生した地殻深部群発地震活動と震源域の地震波速度構造、日本地震学会2025秋季大会、S23-03

西村 卓也、宮澤 理稔、西川 友章、長岡 愛理、宮町 凜太郎、太田 雄策、大園 真子、高橋 浩晃、2025, 山口県阿武火山群周辺で観測された非定常地殻変動、日本測地学会第144回講演会、23

土井惇慈・宮崎真一・西村卓也, 2025, MCMKF-NIF のすべり・開口の同時推定と能登半島群発地震に関連する地殻変動データへの適用, 日本測地学会第144回講演会, P18

吉村・他, 2025, 能登半島北部の3次元比抵抗構造と地震活動の関係, R003-08, SGEPSS

中野元太・宮澤理稔・平松良浩, 2026,〈災間〉のリスクコミュニケーションー珠洲市でのシンポジウムを例に挙げてー、令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会、A105

船曳祐輝・宮澤理稔・荒木英一郎・田中愛幸, 2026, DAS記録のスラントスタックに見る微小-小規模地震の震源過程，令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会、A205

西村卓也・宮澤理稔・西川友章・長岡愛理・宮町凛太郎・太田雄策・大園真子・高橋浩晃、2026, 山口県阿武火山群付近で発生した群発地震に同期する非定常地殻変動、令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会、A215

濱野智光・宮澤理稔・荒木英一郎・田中愛幸, 2026, 奥能登でのDAS地震波観測記録にみられるS波後続波について, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会、P49

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

災間のコミュニケーションモデルをより具体的に提案するため、「能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査の成果報告シンポジウム」のアンケート結果の分析とシンポジウム中のナラティブ（発言）の分析を進める。また京都大学防災研究所が所有する阿武山観測所が主体で進め

ているリスクコミュニケーションモデルへの適用可能性の検討を行う。
能登半島で得られた膨大なDAS記録の解析を進め、地震の発生過程と構造に関する解析を進める。
能登半島で行っている電磁気の連続観測点4か所の内、少なくとも2か所について観測を継続するとともに、引き続き、電磁気応答の時間変化の有無について検討を進める。
有馬―高槻断層帯と中央構造線断層帯周辺でのGNSS観測を継続し、詳細地殻変動の解明を行う。
京都府南部で得られたDAS記録の解析を行い、浅部地下構造と長岡京の地震痕跡との比較を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

宮澤理稔, 伊藤喜宏, 大見士朗, 長嶋史明, 中野元太, 西川友章, 西村卓也, 深畑幸俊, 松島信一, 矢守克也, 吉村令慧
他機関との共同研究の有無：有
平松良浩（金沢大学理工研究域地球社会基盤学系）, 城下英行（関西大学社会安全学部）, 村田泰輔（奈良文化財研究所埋蔵文化財センター）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：
e-mail：
URL：https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：宮澤理稔
所属：京都大学防災研究所



図1.「能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査の成果報告シンポジウム」

2025年7月27日に石川県珠洲市で開催された「能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査の成果報告シンポジウム」のパネルディスカッションの様子。

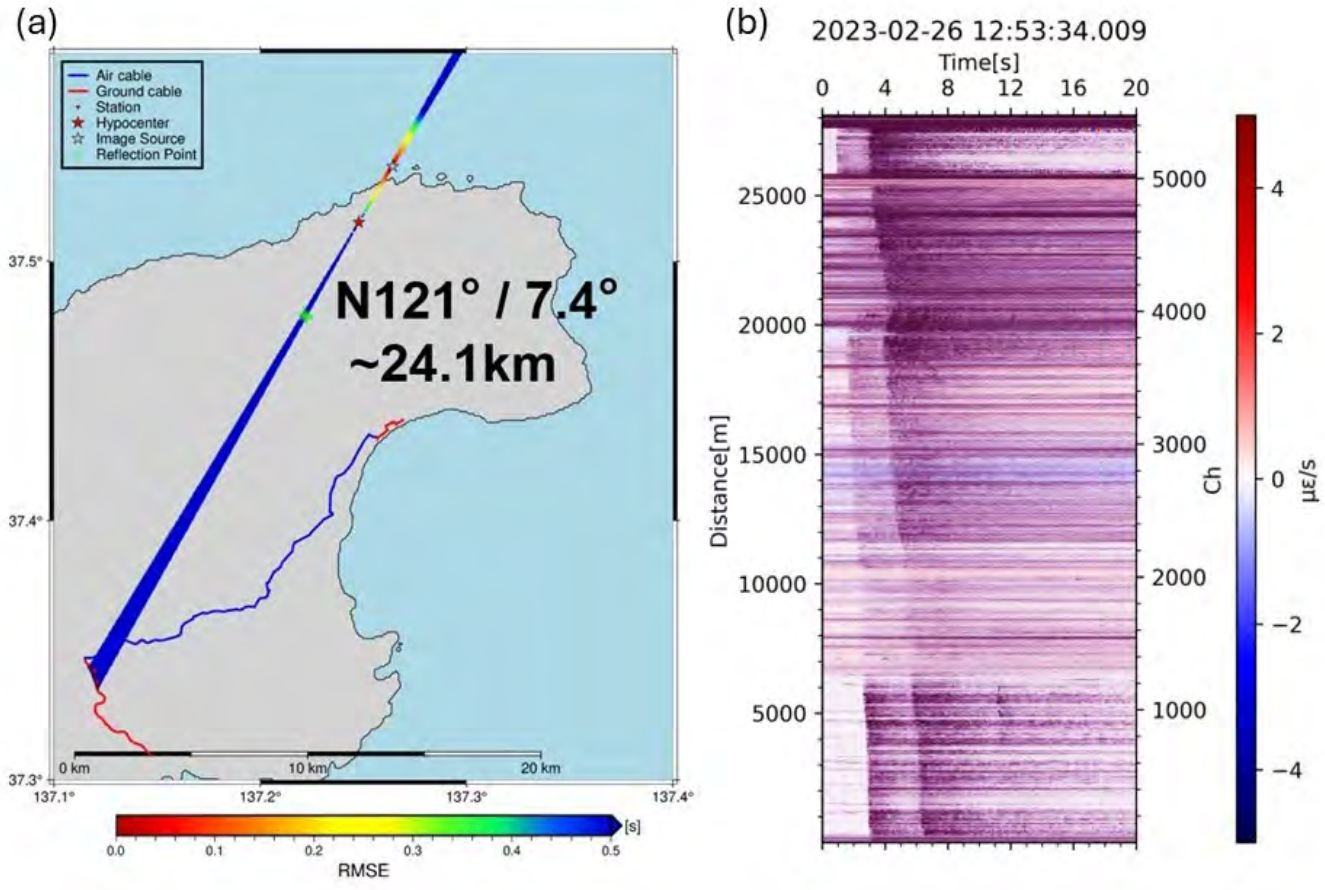


図2. 奥能登におけるDAS測定によって推定された下部地殻の構造
(a) DAS測定に利用した能登町から珠洲市までの光ファイバーケール。赤線は地中区間、青線は空中区間。赤星はM3.5地震の震源。観測されたDAS記録は(b)に示す。走時残差RMSEの分布は反射波を利用した仮想震源の推定に用いられた。後続波を生成した反射点（緑色）は、深さ約24km辺りで、走行121度、傾斜7.4度の、北に緩やかに傾斜する面上に分布していることが推定された。(b)M3.5地震のDAS記録。始点は南西側（能登町）、終点は北東側（珠洲市）。距離4-6kmのケーブルで、S波到達の約7秒後に後続波が認められる。(a)の仮想震源の決定には、この後続波の到達時刻（黒点）を読み取り、利用した。

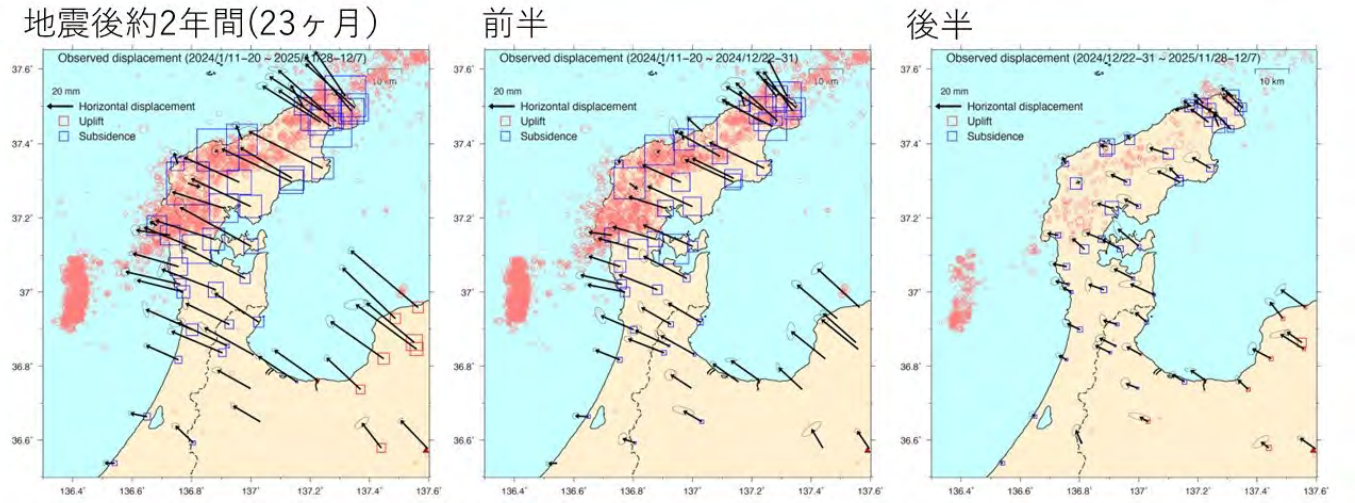


図3. 能登半島地震(M7.6)の余効変動
予効変動が減速しながら続いていることがわかる。群発地震活動前の定常地殻変動は補正済み。赤丸は、M2以上30km以浅の気象庁一元化震源。(左)2024年1月11-20日から2025年11月28-12月7日までの変位分布。(中)2021年1月11-20日から12月22-31日までの変位分布。(右)2024年12月22-31日から2025年11月28日-12月7日までの変位分布。

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI11

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山噴出物による災害の軽減のための総合的研究
（英文）Integrated study for disaster mitigation by ejection of volcanic products

（3）関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
火山
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山噴出物による災害の軽減のためには，火山噴火の理解にもとづく予測，災害誘因となる火山噴出物の挙動の把握と予測，そしてリスク評価，さらには火山観測情報や災害誘因予測およびリスク評価を社会の共通理解として，災害の軽減のための意思決定につなげる必要がある。そのために，火山活動と噴火機構の解明とモデル化，また火山噴火を支配する地下構造の解明を行い，観測とモデルによる火山噴出物放出の予測手法を高度化する。同時に，火山噴出物の把握手法の高度化とモニタリングを行う。火山観測情報や研究成果を社会へ発信する方法を検討するとともに，火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成に貢献するための方法を検討する。また，大規模噴火の発生を想定しての観測研究の継続のための方策を検討する。
これらの目的のため，大規模噴火の発生が懸念され噴火が頻発している桜島と，国内において噴火が最も頻発しており，噴火災害時には桜島と同様に全島避難となりうる諏訪之瀬島を対象とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究は，項目5(5)「大規模火山噴火」の中核的研究課題に位置づける。本研究では，大規模噴火の想定にもとづき広域避難計画が立案されつつある桜島を対象として，大規模火山噴火の予測に資する

観測研究を行うとともに，火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成に貢献するための方法，大規模噴火時の観測手法・通信手段の開発や，噴火にともなう災害誘因手法の開発を行う。したがって，5(5)「大規模火山噴火」の各研究項目を擁する総合的研究課題であり、以下の項目の研究を実施する。

1.火山現象の解明のための観測研究
1.1.噴火機構の解明とモデル化
桜島および諏訪之瀬島において，地震，地殻変動，空気振動，映像，電磁気などの観測から噴火機構の解明とモデル化を進める。桜島においては，噴火に伴う傾斜および歪みの時空間変化と，地震アレイおよびDASで得られた地震波動から火口直下から深部への減圧過程を反映した噴火機構モデルを構築する。諏訪之瀬島においては，地震，空気振動，気象レーダ観測により，火山灰放出卓越噴火と岩塊・ガス放出噴火の特徴量を定量化し，両者の噴火機構の違いを明らかにする。噴火機構の解明により，観測データからの火砕物及び火山ガスの放出量（率）の推定の高度化を進める。
1.2.構造解析によるマグマ供給系の解明と時間変化の検出
桜島島内および周辺領域において稠密広帯域MT観測を実施し，高分解能の3次元比較抵抗構造を推定する。推定された構造を基準にして，火山流体の移動に伴う構造変化を想定した最適モニタリング手法を検討し，長期電磁気連続観測から構造変化検出を試みる。これにより，後述のマグマ溜まりなどでの密度変化の成因の理解を深化させる。
1.3.マグマ貫入に伴う地震・地盤変動の解明
若尊および周辺の地震活動が活発な場所において毎年繰り返しOBS観測を行う。そして，定常地震観測と併合データ処理を行い，３次元速度構造を用いて震源とメカニズム解を決定する。また，桜島・姶良カルデラ周辺の地殻変動と震源およびメカニズム解変化との対応を明らかにすることで，マグマ貫入に伴う火山構造性地震の群発機構を明らかにする。これにより大規模噴火に前駆する地震活動の想定をする。

2.噴火発生と活動推移の定量的評価
2.1.脱ガス卓越期における火山体とマグマ溜まりの密度変化と噴火活動推移の関係
桜島の中央部および北部を中心に水準測量を行い，姶良カルデラ周回路および桜島周回路の水準測量データと併合して姶良カルデラ直下おける膨張ならびに，桜島の中央部直下の収縮を定量的に評価する。また，桜島の複数箇所での複数回の相対重力測定と，相対測定と同じ期間における有村観測坑道内の定点およびハルタ山観測室で絶対重力測定を行う。そして，地下水および上下変動による重力変動効果の補正を行い，マグマ溜まりの質量・密度の時空間変化を明らかにする。
2.2.物理・化学データからの定量的火山活動指標の試作
地震，地殻変動，重力，火山ガス，火山灰水溶性付着成分，火砕物の色彩・形状の測定を進めデータベース化する。そして，現在の桜島の脱ガス卓越期を特徴づける定量的火山活動指標を試作する。例えば，深部低周波地震と火山構造性地震の地震モーメントの推移と，地殻変動量，重力変化量，二酸化硫黄放出率との比較を行うことで，深部低周波地震が火山活動指標となり得るかどうか議論する。

3.火砕物による災害誘因ハザード評価手法の高度化
3.1.マルチセンシングによる火砕物のモニタリング手法の開発
桜島に展開されている複数周波数帯のレーダ，光学式ディスドロメータ，ライダーなどを用いて，広範なサイズ分布をもつ火砕物のモニタリング手法の開発を進める。そのために，火砕物の採取によるモニタリング結果の検証を進める。
3.2. 火山岩塊の飛散距離の評価手法の開発
噴火災害誘因である火山岩塊の最大到達距離を空気振動からの評価手法を開発する。
3.3.土石流評価手法の開発
土石流頻度の高い桜島の河川流域を対象に光ファイバーを用いたDAS観測と，近傍の傾斜観測から土石流流下過程を明らかにする。

4.火山噴火災害に関する災害誘因とリスクの認識向上と避難意思決定のあり方検討
4.1.大規模噴火を想定した広域避難意思決定システムの検討
桜島における大規模噴火を想定した噴火火口と噴出率変化を仮定し，季節毎の平均的気象場を与えて，

火山灰移流拡散シミュレーションから想定火砕物堆積分布を求める。堆積分布から被害を想定して，事前避難区域とタイミング設定を含めた広域避難のための意思決定システム化を検討する。
4.2.オープンサイエンス拠点形成と火山災害に関する情報提供方法の検討
阿武山観測所など既存の取り組みを参考に，桜島を対象に火山学のオープンサイエンス拠点を構築し，火山災害に関する災害誘因とリスクについて市民ならびに行政の認識度を向上させるために効果的な情報提供方法やコミュニケーション手法を開発する。

5.大規模災害時における観測研究継続のための方策の検討
5.1.大規模災害時の通信・データ伝送手段確保と迅速な観測網構築に資する手法開発
V-High帯，LoRa等新たな無線通信手法についての技術開発動向を関係機関にて情報交換をし，大規模災害時の通信・データ伝送に適した手法候補を選定する。そして，火山および地震観測に適した技術検討をして，桜島・姶良カルデラ周辺等にてフィールド試験を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2025年の桜島の火山活動を評価するために，2008年からのGNSS，伸縮計，地震発生頻度，爆発回数，降下火山灰量，二酸化硫黄放出率のデータを整理した（図１）。2022年から2025年は南岳山頂火口の噴火期あり，2009年から2016年の昭和火口噴火期に比べて噴火回数，火山灰量が数十分の１と低いだけでなく，2017年から2021年における南岳山頂火口噴火期よりも噴火回数，火山灰量ともに10分の１と少ないことが分かった。一方，2022年から2025年はそれ以前よりも，火山構造性（A型）地震の頻度が徐々増加しており，GNSSおよび伸縮計の記録から山体の膨張および膨張の停滞が見られ，桜島へのマグマ供給の増加が示唆される。現在も南岳山頂火口からは噴気が継続的に出ており，二酸化硫黄放出率は，昭和火口噴火期および，2021年までの南岳火口噴火期と同程度の高い値を2022年から2025年において維持していることから，マグマからのガス放出が卓越していることが窺える。2025年は複数回の顕著な噴火活動があった，最大の活動は５月の活動で，5月15日に始まった噴火活動において，５月の爆発回数77回，降下火山灰量77万トン，そして５月20日の二酸化硫黄放出率11,000トン/日であった。また，2025年７月と８月に顕著な噴火活動があった。

2025年５月と７月，８月の桜島火山の噴火活動に前後する地盤変動について検討した。いずれの活動も，最大で40日程度の先行地盤収縮と３日前後の直前地盤膨張を伴い，両者の変動量は概ね等しい。特に５月15日以降の噴火活動開始に先行する地盤膨張は，ハルタ山観測坑道の面積ひずみと山頂方向傾斜変化量は784 nstrainと538 nradianに達している（図２）。この値は噴火先行地盤膨張としては1985年の観測開始以来最も大きな値である。主ひずみと傾斜変化の方向は，北岳直下に最も顕著な増減圧源が存在することを示唆する。開口割れ目を仮定して観測記録を検討すると，５月噴火活動の先行地盤変動の場合は，深さ8 kmにおける8×10^5 m^3の体積変化で概ね観測記録を説明できる。

2017年11月13日に発生した南岳爆発の立ち上がりにともなう傾斜・ひずみ変化に対する地盤変動源について，有限要素法を用いて再検討を行った。その結果，南岳直下の海水位（0 m asl）に，扁平な回転楕円体（長半径200 m，短半径100 mの回転楕円体）からなる収縮源が推定された。圧力変化は−0.46 MPaであり，体積減少量は1350 m^3であった。ただし，このモデルでは有村観測坑道の傾斜変化を再現することができない。たとえば，2015年８月15日の貫入ダイク（Hotta et al. 2016）による0.78 mmの閉口（体積減少量1080 m^3）を加えることで，有村観測坑道の傾斜変化との整合性を改善することができる。

2018年３月末から2019年末までに桜島上空二酸化硫黄量観測網でとらえた二酸化硫黄放出率の連続データを利用して，桜島の爆発・噴火によって放出される二酸化硫黄量の推定を行った。推定した噴火・爆発に伴うSO_2放出量のうち多くが3トンから25トンの範囲に入り，その中央値は16トンであった。一発の爆発・噴火による放出量が，一日あたりの全放出量に占める割合はほとんどの場合で1％未満で，ガス放出としては準定常的な放出が重要であることが明らかとなった。

火山噴火を支配する地下構造モデルの精緻化を目的に，2024年度に取得した広帯域MTデータについて，1次元および2次元解析を行うとともに3次元解析に着手した。観測期間中に発生した桜島の噴火イベントに対応する電地盤信号の生成メカニズムの検討を進めた。より深部の比抵抗構造を推定するために，姶良カルデラ周辺の36箇所にて広帯域MT観測を実施した。太陽活動活発期の観測のため，鹿児島市の市街地においても良好なMT応答が得られた。

2025年11月に桜島内の水準測量路線（桜島西部山腹のハルタ山登山路線および北部山腹の北岳路線の2路線）において1級水準測量の繰返し観測を実施した。また，桜島北部の割石崎GNSS点付設の水準点までの枝線区間においても測量を行った。測量結果から，2024年11月～2025年11月の期間における地盤上下変動量を見積もった。得られた結果から，桜島北岸に近い北岳路線の水準点において，顕著ではないものの地盤隆起（桜島西岸のS.17を基準として最大約3.1mm）が生じていることが確認された（図３）。この期間，姶良カルデラ地下のマグマ溜まりにおいてマグマの貯留が進行していることを示していると考えられる。一方で，桜島中央部に比較的近い水準点においては，地盤隆起は小さいか僅かに地盤沈降であることが確認された。南岳直下のマグマ溜りにおいては，この期間，増減圧がほとんどない状態であることが示唆される。

2025年10月19日～25日に，桜島火山およびその周辺でキャンペーン相対重力測定を実施した。また，1998年～2025年に測定された相対重力データを統合的に解析し，桜島遠方を基準とした経年重力変化量を推定した。その結果，桜島島内では遠方基準の重力値が経年的に増加しており，重力増加速度は桜島中央部で最大5.4 micro Gal/yrと計算された。この重力増加は，桜島中央部の海抜下約4 kmにおける1.4×10^{10} kg/yrの質量増加で説明できる（図４）。京都大学防災研究所ハルタ山観測所において絶対重力測定を実施した（図５）。測定結果は979,362,477.38 ± 0.35 micro Galとなり，前年度と比較して約11 micro Galの減少となった。重力が減少したことは，直近数ヶ月の降水量が少なかったことと関連すると考えられる。

野尻川沿いおよび桜島一周道路に沿った光ファイバーケーブルを利用したDAS観測により記録された，火口直下で励起される噴火に伴う地震動を解析した。噴火微動と調和型微動は，見かけ速度や伝播方向，振幅分布はほぼ同じ，つまり震源の位置やメカニズムは共通である一方，火道に働く力源の時間関数が異なっていると推定された。一方，爆発地震は，見かけ速度と伝播方向は微動とほぼ同じであるものの，振幅分布がやや異なる。それゆえ，震源位置は変わらないものの，メカニズムがやや異なっていると推察された。桜島・野尻川で土石流（ワイヤーセンサー検知されていないものも含む）に伴い光ファイバーDASにより得られた地盤振動波形の周波数解析を行った。これにより土石流に共通した波形の特性や検知に有用な指標，DAS観測と独立に得られた流速や流量と地盤振動振幅の関係の発見など，悪天候時におけるモニタリングに貢献しうる結果が得られた。

桜島大規模噴火に対する防災活動のための住民主体の担い手組織を戦略的に形成するための実践的研究を行った。住民の主体性を損なわないために，インフォーマルな関係性の醸成から主体の転換，自律的な共創に至るプロセスが明らかとなり，押しつけない関与とケア関係の反転が地域防災の担い手形成に有効であることが示された。また，実践活動の結果，子供に備えの必要性を啓発する紙芝居が制作された。また，大規模噴火の際に必要となる航空機の退避数及び退避航空機の空港側の受入能力を評価する方法論を開発した。

2025年12月8日～12月9日の期間に桜島・姶良カルデラ周辺でDR-IoT無線機による地震波形データの無線伝送試験を実施し，DR-IoT無線機により実際の地震波形データのリアルタイム伝送が十分可能であることが実証された。

諏訪之瀬島付近では2025年9月17日のM 4.8（最大地震）や最大震度5弱を観測したM 4.7を含む顕著な火山構造性地震（VT地震）活動が発生した。諏訪之瀬島西方約17 kmの平島に鹿児島大学が設置した臨時観測点の地震観測データを加えることにより震源精度が大幅に向上すると期待されるため, 手動検測，速度構造等の推定を行った上で震源決定を行い，その分布の特徴や時間推移を考察した。解析には平島の他，悪石島（鹿児島大学），諏訪之瀬島島内の３地点（京都大学防災研究所），中之島（気象庁）の観測点データを用いた。インバージョンで推定した１次元地震波速度構造と観測点補正値を適用して震源決定を行った。さらに，震源の移動拡散が認められたため，移動速度と拡散係数D（Shapiro et al., 1997）を推定した。決定された震央は，御岳火口を挟んで東西方向に約15 kmにわたって分布する（図6）。御岳火口の東側では，馬蹄形カルデラの南側の崩壊壁に沿う明瞭な直線状の分布が認められる。ただし，御岳火口直下と，ここから西側に7 kmまでの間の深さ6 km以深にはVT地震の震源は分布しない。これらの非地震域にはそれぞれ，火口直下のマグマ供給経路，及び主マグマ溜まりが存在する可能性がある。一方で，このVT地震活動は御岳火口の西約3 km，深さ3 kmで開始し（活動開始点），この直後にM4.8やM4.7の地震が発生した後に御岳火口の東側にもVT地震活動域が拡がった。推定された震源の移動速度50～100 km /day，拡散係数はD = 100～200 m2 / s はいずれも箱根火山2015年噴火の前月に発生した群発地震活動のものより1桁程度大きい。

噴火直前の傾斜変動は多くの火山で共通して観測され，スケーリング則の報告も存在することから，観測事例が多い小噴火直前の傾斜変動の調査が事例の少ない大規模噴火の直前過程解明に役立つ可能

性がある。そこで国内外の多数火山における噴火直前の傾斜変動を統一手法により網羅的に検知し，得られた19火山3735噴火事例4824波形について規格化波形の類似度に基づくグルーピングを行った。時間の線形関数で近似可能な傾斜変動は少なく加速・減速を組合せた複雑なパターンが多いこと，同一の噴火イベントであっても観測点間で波形が異なることからモデリングには移動ソースの考慮が必要と思われることなどが明らかになった。また移動ソースを念頭に置いて波形を短時間窓に区分した逆解析手法を検討した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

大規模噴火の想定に基づき広域避難計画が立案されつつある桜島火山を主対象として，現象解明から避難や帰還に関わる課題までを視野に入れた総合的研究を行っている。大規模噴火の予測に資するマグマ供給系の理解と活動推移シナリオの構築，大規模噴火時の観測手法・通信手段の開発，大規模噴火に伴う災害誘因の予測手法の開発などの研究に取り組んでいる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Takahashi, R. and H. Nakamichi, 2025, Source process of Vulcanian explosion earthquakes at Sakurajima volcano, Japan, derived from seismic waveform inversion analysis in the very-long and long period bands and infrasound signals, Earth, Planets and Space, 77, 147, doi:10.1186/s40623-025-02263-0, 査読有, 謝辞有

Oyanagi, R., T. Kazama, R. Kazahaya, I. Miyagi, K. Yamamoto, and M. Iguchi, 2026, Magma mass increase under Sakurajima Volcano, Japan, inferred from campaign relative gravity and leveling data from 1975 to 1992: An interpretation from volcanic gas studies, Earth, Planets and Space, in press, doi:10.1186/s40623-026-02365-3., 査読有, 謝辞有

Sugo, K., M. Onishi, Y. Yama, M. Iguchi, G. Nakano, K. Takenouchi, K. Yamori, and H. Shimamoto, 2025, Study on the process of behavioral change of local residents in preparation for a large-scale eruption of Sakurajima, Journal of Disaster Research, 20, 3, 342-353., 査読有, 謝辞無

Kumaoka, A., M. Onishi, M. Iguchi, and M. Takebayashi, 2025, Designing airport capacity for the evacuation of parked aircraft during a large-scale eruption, Journal of Disaster Research, 20, 3, 269-280., 査読有, 謝辞無

大西正光, 2025, 現場で活きる人文学の可能性―桜島防災を事例として―, 山泰幸・向井佑介(編）「東アジア災害人文学への招待」, 臨川書店., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

前田裕太・浅井岬,2025,世界各地の火山における噴火前傾斜変動の網羅的検知と時間関数による分類, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P30.

畑真紀・他, 2025, 桜島火山噴火時に記録された地磁気地電流データのパルス状変動に関する初期解析結果, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SEM15-P08.

Dewi, C. et al., 2025, Broadband Magnetotelluric Survey to Elucidate the Subsurface Resistivity Structure of Sakurajima Volcano, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SEM15-P071.

Maeda, Y. and M. Asai, 2025, Detection and classification of pre-eruptive tilt changes for understanding immediate precursory processes of volcanoes, IAVCEI Scientific Assembly.

Kumaoka A., M. Onishi, M. Iguchi, and M. Takebayashi, 2025, Designing airport capacity for the evacuation of parked aircraft during a large-scale eruption, 28th Air Transport Research Society Conference

西村太志・廣瀬　郁・田口貴美子・中原　恒・ 中道治久・江本賢太郎・米盛航平・ Syed Idros Bin Abdul Rahman, 2025, DAS に記録された2025年5月桜島の噴火微動・調和型微動・爆発地震の解析, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-11

嶋野岳人・山田大志, 2025, バルク火山灰測色値による桜島火山の噴火推移過程の考察．日本火山学会2025年秋季大会，B1-01.

山田大志・石井杏佳・嶋野岳人・味喜大介・竹中悠亮・園田忠臣・為栗健・中道治久・井口正人, 2025, 桜島火山2025年5月と7月の噴火活動に伴う地盤変動, 日本火山学会2025年秋季大会, B3-02.

前田裕太, 2025, 噴火前傾斜変動の比較研究のための波形逆解析手法の改良と御嶽山でのテスト, 日本火山学会2025年度秋季大会, P33.

Dewi C. et al., 2025, The Two-dimensional Resistivity Structure beneath the Sakurajima Volcano Inferred from a Magnetotelluric Survey, 日本火山学会2025年秋季大会, P81.

畑真紀・他, 2025, 桜島火山噴火時に記録された地磁気地電流データのパルス状変動に関する考察, 日本火山学会2025年秋季大会, P85.

田口貴美子・西村太志・中原恒・廣瀬郁・中道治久・江本賢太郎・濱中悟, 2025, 桜島DASにより観測された2回の土石流に伴う地盤振動波形データの比較，日本火山学会2025年度秋季大会, P87.

Dewi, C. et al., 2025, Comparison of 1D and 2D Inversion Results of Magnetotelluric Data Acquired at Sakurajima Volcano, 地球電磁気・地球惑星圏学会2025年秋季大会, R003-P04.

山本圭吾・他, 2026, 精密水準測量による桜島火山の地盤上下変動（2025年11月測量の結果）, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P71.

中道治久・八木原寛・為栗健, 2026, 諏訪之瀬島の火山構造性地震から求めたポテンシャル噴出量と貫入体積, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, D304.

山田大志・他, 2026, 桜島火山の2025年噴火活動に伴う地盤変動, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, A312.

Dewi, C. et al., 2026, Report on broadband magnetotelluric survey for elucidating the Sakurajima magmatic system, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P73.

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：火山：地震：短周期地震観測
概要：桜島北東海域における繰り返し海底地震観測
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：鹿児島湾奥部海域 31.66 130.75
調査・観測期間：
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：火山：地震：DAS観測
概要：桜島のDAS観測
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：鹿児島県鹿児島市桜島 31.58983 130.60127
調査・観測期間：2025/9/17
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：火山：地殻変動：水準測量
概要：桜島火山の地盤上下変動を調査するため水準測量を行った。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：鹿児島県鹿児島市桜島 31.58983 130.60127
調査・観測期間：2025/11/4-2025/11/17

公開状況：公開留保中（協議のうえ共同研究として提供可）

項目：火山：地殻変動：重力測定
概要：キャンペーン相対重力観測
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：鹿児島県鹿児島市桜島 31.58983 130.60127
調査・観測期間：2025/10/19-2025/10/25
公開状況：公開留保中（協議のうえ共同研究として提供可）

項目：ソフトウエア開発（解析）
概要：波形を短時間窓に区分した逆解析のための前処理プログラム
既存データベースとの関係： doi:10.5281/zenodo.6976106
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web）
https://doi.org/10.5281/zenodo.13251238

（10）令和８年度実施計画の概要：

2025年5月と7月，8月の桜島火山の噴火活動に前後する地盤変動地盤変動源圧力源の定量的評価と，大規模なイベントの発生を念頭に置いた観測坑道・観測井の地盤変動観測の整備を行う。

令和8年11月に桜島火山において水準測量を実施する。令和7年11月実施の測量からの１年間における地盤上下変動量を計算し，圧力源モデル解析を行うことで，この期間のマグマ蓄積量とマグマ蓄積速度を見積もり，これらの時間的な推移を明らかにする。

噴火直前の傾斜変動について定量的モデリングとして，移動ソースを念頭に置いた波形逆解析アルゴリズムの開発・検証を引き続き進める。

爆発による火山ガス放出量の推定にはまだ恣意性があり，推定手法の高度化を目指す。また，噴火前から後までのガスの放出挙動について総括する。

引き続き，繰り返し海底地震観測を継続し，中長期的な微小地震活動の推移等を把握する。また深さ精度の向上のための検討を進める。

桜島火山およびその周辺で，2026年秋と2027年春にキャンペーン相対重力測定を実施し，桜島島内における重力時空間変化や，火山内部の質量変動を把握する。また，ハルタ山観測所における絶対重力測定を継続し，桜島における絶対重力変化の傾向を把握する.

光ファイバーDAS観測により桜島・野尻川と有村川で発生した土石流に伴い得られた地盤振動の解析を行う。これにより，これまでに得られた土石流検知やモニタリングの指標の適用性について確認するほか，ビデオカメラ映像などとの比較により発生・流下・停止機構について調べる。

令和7年度に組織化された桜島大規模噴火に対する防災活動の住民主体の担い手組織において，コミュニティレベルの避難計画策定にかかる課題抽出と対応策を検討を進めるための場のデザインの仕方について研究を進める。また，大規模噴火の際の航空機退避オペレーションを統制するための仕組みを検討する。

諏訪之瀬島の2025年の群発地震について，2020年および2022年の群発地震との地震モーメントの積算値の比較を行うことで，群発地震活動の規模の比較を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中道治久（京都大学防災研究所）, 吉村令慧（京都大学防災研究所）, 為栗健（京都大学防災研究所）, 山本圭吾（京都大学防災研究所）, 山田大志（京都大学防災研究所）, 畑真紀（京都大学防災研究所）, 多々納裕一（京都大学防災研究所）, 矢守克也（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：有
青山裕（北海道大学理学研究院）, 西村太志（東北大学理学研究科）, 岡田知己（東北大学理学研究科）, 山本希（東北大学理学研究科）, 内田直希（東北大学理学研究科）, 太田雄策（東北大学理学研究科）, 吉田圭佑（東北大学理学研究科）, 廣瀬郁（東北大学理学研究科）, 田口貴美子（東北大学理学研究科）, 森俊哉（東京大学理学系研究科）, 今西祐一（東京大学地震研究所）, 西山竜一（東京大学地震研究所）, 野上健治（東京科学大学）, 前田裕太（名古屋大学環境学研究科）, 大倉敬宏（京都大学理学

研究科）, 風間卓仁（京都大学理学研究科）, 松島健（九州大学大学院理学研究院）, 相澤広記（九州大学大学院理学研究院）, 江本賢太郎（九州大学大学院理学研究院）, 中尾茂（鹿児島大学理工学研究科）, 嶋野岳人（鹿児島大学理工学研究科）, 八木原寛（鹿児島大学理工学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：099-293-2058
e-mail：nakamiti@svo.dpri.kyoto-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中道治久
所属：京都大学防災研究所

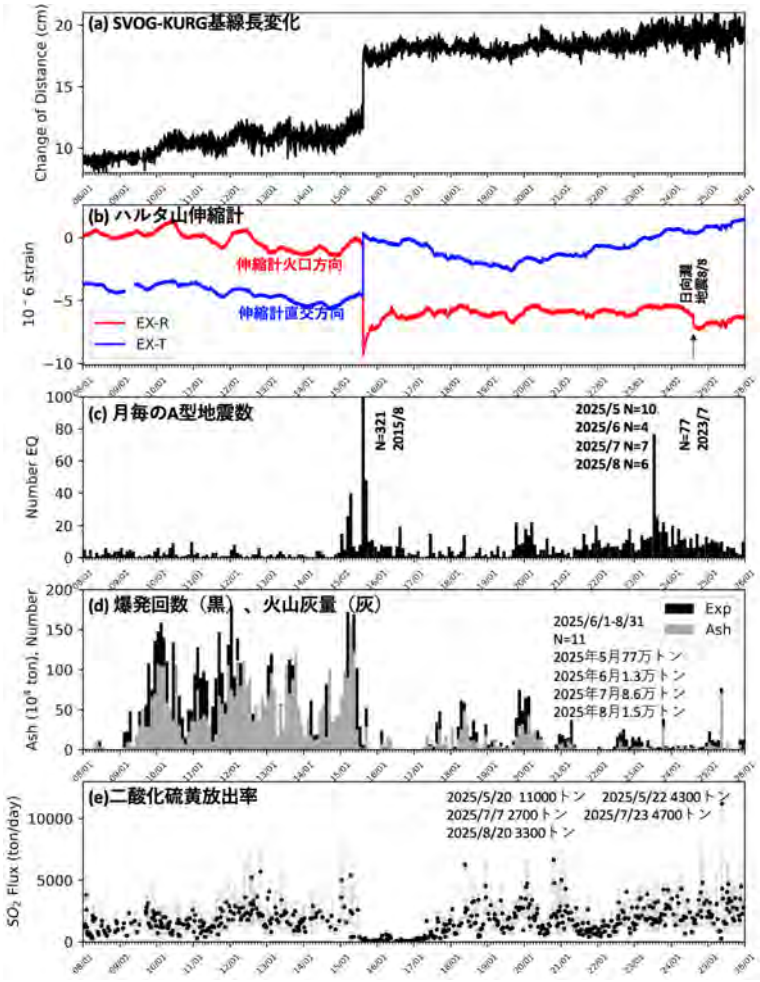


図 1
(a)桜島の東西（SVOG-KURG）の基線長変化　(b)ハルタ山観測坑道における伸縮計の記録(c)月毎のA型地震回数　(d)月毎の爆発回数・火山灰量（万トン単位）
(e)二酸化硫黄放出率（トン/日）

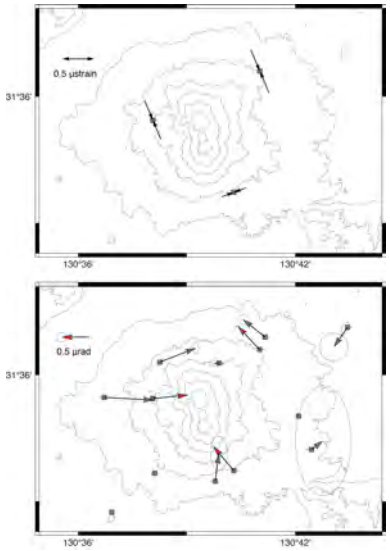


図２
2025年4月1日から5月10日までの桜島島内の観測坑道，観測井における主ひずみと傾斜の方向

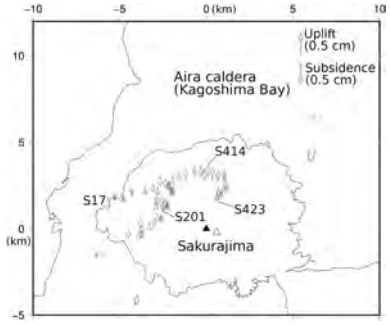


図３
桜島西岸のS.17を基準点とした，2024年11月～2025年11月の期間の各水準点における地盤上下変動量。黒三角および白三角は，それぞれ南岳火口および昭和火口の位置を示す。

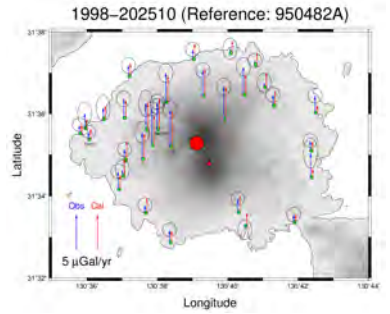


図４
桜島島内の重力点における重力変化速度の空間分布，および推定された質量変動源の位置

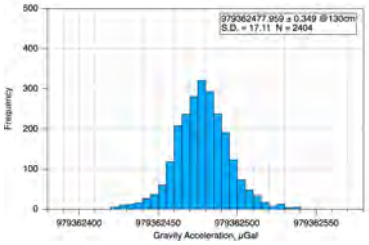


図５
京都大学防災研究所ハルタ山観測所における絶対重力測定の結果

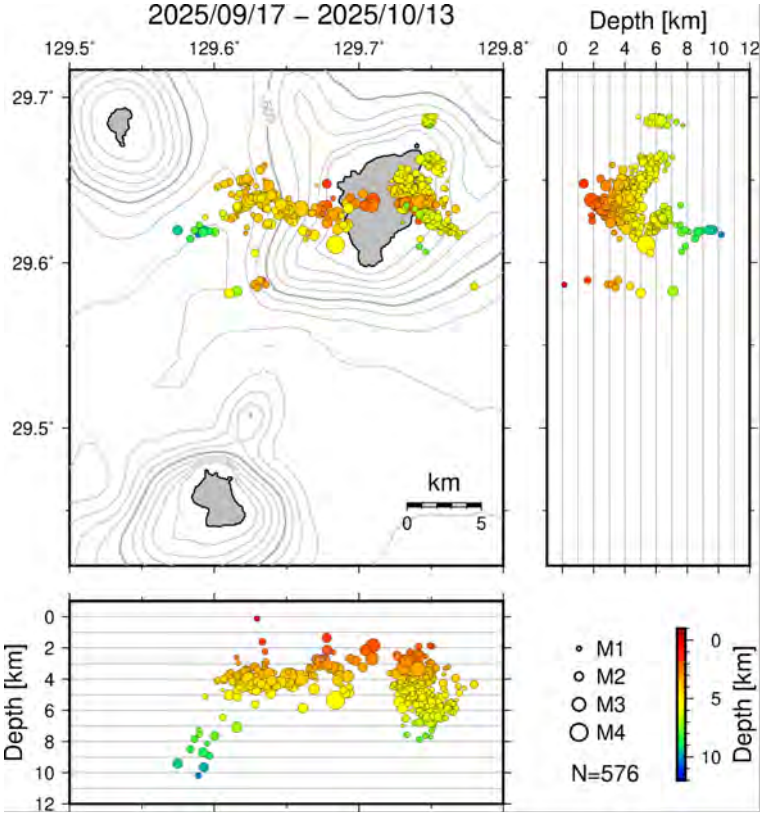


図６
諏訪之瀬島付近で発生した顕著なVT地震活動の震源分布（2025年9月17日～10月13日）。東西断面においては，御岳火口直下浅部と，火口から西側へ7 kmまでの間の深さ6 km以深はVTの非地震領域である。

令和７年度年次報告

課題番号：DPRI12

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）分野横断で取り組む大規模火山噴火災害に伴う大規模広域避難に関する研究
（英文）Interdisciplinary research on wide area evacuation in large-scale volcanic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究は、大規模火山噴火に伴う「大規模広域避難」のための戦略を立案し、有効な避難行動の実現に向けた社会的理解と合意を促進することを目的とした分野横断的研究である。大規模火山噴火に伴う避難は、従来の災害避難にはあまり例を見ない「大規模広域避難」となることが予想されるが、それに関する研究蓄積は数少ない。しかし、桜島や富士山などで近い将来の噴火が懸念される中、「大規模広域避難」に関する研究は喫緊の重要課題となっている。本研究では、桜島が位置する鹿児島市をメインフィールドとして、地域住民、地元および周辺自治体、さらに、研究者が関与した参画型ワークショップと、サイエンスミュージアムを活用した火山災害に関するリスク・コミュニケーションを通じて、「大規模広域避難」に対する意識啓発と戦略立案の促進を図るためのアクションリサーチを実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6-7年度に、効果的な「大規模広域避難」について構想し実現するための基本要件（たとえば、火山災害リテラシーの向上、噴火関連情報の整備と体系化、その普及啓発、「大規模広域避難」に関わる関係機関の事前協定など）を明確にする。また、火山災害に関するリテラシーを地震火山災害に関するサイエンスミュージアムを活用して向上させるための手法を確立する。令和8-9年度に、鹿児島市内のテストフィールドにおいて、上記の基本要件を念頭に具体的な広域避難計画を立案し、実際に避難訓練も実施する。令和10年度に、以上の成果を、富士山における広域避難計画と比較し、噴火シナリオや利用可能な情報の違い、および、周辺地域の社会経済的条件の違いが「大規模広域避難」の戦略にもたらす影響についても整理する。また、火山噴火とは異なる種類の災害に伴う「大規模広域避難」との比較も行う

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

第1に、桜島地域での研究として、大規模噴火に対する防災活動のための住民主体の担い手組織を戦略的に形成するための実践的研究を行った。住民の主体性を損なわないために、インフォーマルな関係性の醸成から主体の転換、自律的な共創に至るプロセスが明らかとなり、押しつけない関与とケア関係の反転が地域防災の担い手形成に有効であることが示された。また、実践活動の結果、子供に備えの必要性を啓発する紙芝居が制作された。また、大規模噴火の際に必要となる航空機の退避数及び

退避航空機の空港側の受入能力を評価する方法論を開発した。第2に、富士山地域での研究として、富士山北麓地域をフィールドとして、火山防災教材「クロスロード（富士山火山防災版）」の開発と学校教育現場での実践、および、同教材を中核として、噴火警戒レベルを軸とした火山防災について総合的に学習するための総合的な教育カリキュラム策定のための研究を実施した。第3に、火山災害に関するリテラシーをサイエンスミュージアムを活用して向上させるための手法開発に資する研究として、2つの市民団体（京都大学阿武山地震観測所で活動する阿武山サポーターと北海道有珠山火山マイスター）の交流事業を実施し、地震火山活動観測におけるシチズンサイエンスの可能性について実証的に明らかにした。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

最も関連の深い建議の項目は、「火山噴火に関する総合的研究　(5) 大規模火山噴火」である。この項目に対して、本研究は次の2つの意味で直接的に貢献し、そのいずれもが「災害の軽減に貢献する」という目標をダイレクトに志向している。第1に、本研究の対象は、大規模噴火が懸念される火山周辺地域に居住する地域住民やその有志が組織した市民団体であり、火山災害からの避難方法や火山災害に対するリテラシーの向上について、ゲーム型の教材、参加型のワークショップの成果をまとめたガイドブック、そして市民団体のメンバー間の交流会といった具体的なプロダクツを生み出している。また、第2に、いずれの研究項目も、理学者（たとえば、火山噴火のメカニズム研究）、工学者（たとえば、火山噴出物から身を守るためのハード施設に関する研究）、そして、人文社会学系の研究者（たとえば、避難情報の有効性に関する研究）の三者が密接に連携しており、分野横断型の研究実践を通じて「災害の軽減に貢献」していると考えられる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ken Sugo, Masamitsu Onishi, Yoshiyuki Yama, Masato Iguchi, Genta Nakano, Kensuke Takenouchi, Katsuya Yamori, Hiroshi Shimamoto, 2025, Study on the Process of Behavioral Change of Local Residents in Preparation for a Large-Scale Eruption of Sakurajima. Journal of Disaster Research, Vol.20, No.3, pp.342-353., 査読有, 謝辞無

Ayumu Kumaoka, Masamitsu Onishi, Masato Iguchi, Mikio Takebayashi, 2025, Designing Airport Capacity for the Evacuation of Parked Aircraft During a Large-Scale Eruption. Journal of Disaster Research, Vol.20, No.3, pp.269-280., 査読有, 謝辞無

大西正光, 2025, 現場で活きる人文学の可能性―桜島防災を事例として―. 山泰幸・向井佑介(編）東アジア災害人文学への招待, 臨川書店, 査読無, 謝辞無

Yamori,K.2025, Narrative theory for integrating disaster reduction and recovery research. Journal of Disaster Science and Management. [https://doi.org/10.1007/s44367-025-00010-6], 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

山下希空・大西正光・中尾聡史・山泰幸・中道治久・井口正人, 2025, 火山災害防災における住民の主体形成過程の構造化に関する研究, 2025年度大規模火山噴火総合研究グループ研究集会, 鹿児島, 2025年12月23日

熊岡歩・大西正光・井口正人・竹林幹雄, 2025, 大規模噴火切迫時における航空交通の危機対応について, 2025年度大規模火山噴火総合研究グループ研究集会, 鹿児島, 2025年12月23日.

矢守克也・岡田夏美, 2025, 防災ゲーム「クロスロード（富士山火山防災版）」の開発と学校教育現場での実践, 2025年度大規模火山噴火総合研究グループ研究集会, 鹿児島, 2025年12月23日.

Ayumu Kumaoka, Masamitsu ONISHI, Masato IGUCHI, Mikio TAKEBAYASHI, 2025, Designing airport capacity for the evacuation of parked aircraft during a large-scale eruption, 28th Air

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は、当初の計画通り、令和6年度にスタートさせ令和7年度に推進した3つの研究を継続・発展させる。第1に、桜島フィールドの研究では、令和7年度に組織化された桜島大規模噴火に対する防災活動の住民主体の担い手組織において、コミュニティレベルの避難計画策定にかかる課題抽出と対応策を検討を進めるための場のデザインの仕方について研究を進める。また、大規模噴火の際の航空機退避オペレーションを統制するための仕組みを検討する。第2に、富士山フィールドの研究では、「クロスロード（富士山噴火版）」について社会実装機会を増やし、他の教育手法（たとえば、ハザードマップ作成・解読、溶岩流に関するデモ実験など）との併用を念頭に置いた火山防災に関する総合的な教育カリキュラムの開発を推進する。第3に、上述の「阿武山サポーター」と「有珠山火山マイスター」との交流事業については、火山性地震の観測活動への市民参加を中核とするシチズンサイエンス手法の有効性に関する実証作業を継続する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

矢守克也（防災研究所）, 中野元太（防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

大西正光（京都大学大学院工学研究科）, 山　泰幸（関西学院大学災害復興制度研究所）, 竹之内健介（香川大学創造工学部）, 嶋本　寛（宮崎大学工学教育学部）, 吉本充宏（山梨県富士山科学研究所）, 久保智弘（山梨県富士山科学研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：0774384024
e-mail：momo-san@mx5.canvas.ne.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：矢守克也
所属：京都大学防災研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_01

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）新しい観測技術に基づく活断層の位置・形状・活動性の解明
（英文）Research on defining locations, geometries and activities of active faults based on new observational techniques

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（4）その他関連する建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究課題では、縮尺2.5万分の1相当の高精度活断層トレースデータの既往データに基づき、日本列島をカバーする高精度の活断層トレースのデジタルデータを作成し、研究者がダウンロードして研究目的で利活用できる形で公開するとともに、研究の進展を反映した更新を順次行う。また、活断層の変位様式・活動性などのメタデータを付加した高精度活断層トレースデータベースの将来的な構築を目指した手法検討を行う。
また、航空レーザー測量成果に基づく超高解像度DEMや、地上・ドローンLiDAR測量などの高精度地形測量技術の導入・検討と高精度14C年代測定・原位置宇宙線生成核種年代測定等の最新の年代測定手法を組み合わせたフィジビリティ調査研究を行い、変動地形解析による活断層の詳細な位置・形状と平均変位速度など精度良い活動性推定に向けた手法開発を目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

航空レーザー測量成果の解析による超高解像度DEMや、地上・ドローンLiDAR測量などの高精度地形測量技術の導入・検討と高精度14C、原位置宇宙線生成核種年代測定等を組み合わせることで、変動地形解析による活断層の詳細な位置・形状と平均変位速度などをより高い精度で明らかにし、精度良い活動性推定へむけた手法開発・検討を行う。
（令和６年度）既往研究や航空レーザー測量成果の整備状況を考慮し、活断層の詳細位置・平均変位速度など活動性推定の手法開発のためのテストフィールドを複数地点選定し、適地選定のための地形地質調査を実施する。
（令和７年度）選定した調査地点の航空レーザー測量成果を収集し、高密度ランダム点群により適切なフィルタリング等に基づく1ｍ未満グリッドの高精度DEMを作成する。また、地上LiDAR測量・ド

ローンLiDAR測量などの高精度地形測量を実施する。
（令和８年度）選定した調査地点の高精度地形測量データの解析による超高解像度DEMを作成し、１ｍ未満グリッドの高精度DEMと共に変動地形解析を行い、微細な変位基準のずれや変位基準を含む微小堆積地形等の検出を行う。加えて、地形地質調査を実施し、高精度14C年代測定・原位置宇宙線生成核種年代測定等の調査適地を選定する。
（令和９～10年度）前年度までの変動地形解析の結果に基づき、選定した調査地点にて試料採取を行い、年代測定を行う。推定される変位基準の年代および変位量に基づき平均変位速度等の活動性を推定するとともに、既往の手法・事例との比較検討を行い、地形形成環境・テクトニック・セッティング等の諸条件を考慮し、活動性推定のための手法の定式化を図る。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

○活断層・変動地形の活動性推定に向けた新規手法の開発

活動性推定手法の開発のためのテストフィールドを検討した結果、十日町盆地及び　濃尾断層帯を選定し、調査・研究を行った。十日町盆地では、地形判読結果及び既往研究に基づき、適地選定のための地形地質調査に加え、年代測定試料を採取した。濃尾断層帯では、すでに実施済みの宇宙線生成核種分析の結果を年代値に換算するうえで不足していた情報を取得するための追加ピット掘削を行うとともに、人工改変地での宇宙線生成核種年代測定法適用に向けた予察調査を実施した。

・十日町盆地

対象地域は、十日町市から津南町に至る信濃川流域の十日町盆地である。信濃川の両岸、特に東側に顕著な河成段丘面が発達する（例えば、白濱，2017）。これらの段丘面は風成堆積物に覆われており、その中に認められる複数の広域火山灰をもとに段丘面の形成年代が推定されている（例えば、田中，2000）。本地域の段丘堆積物には、宇宙線生成核種年代測定に必要な石英を豊富に含んだ花崗岩起源の砂礫が豊富に含まれていることから、新規手法である表面照射年代測定が適用できる。加えて、既往の形成年代との比較が可能な地域であることから、活動性推定手法開発のテストフィールドとして選定した。今年度は、地形判読結果及び既往研究に基づき、試料採取適地選定のための地形地質調査に加え、表面照射年代測定のための試料採取を一部実施した。

・濃尾断層帯

濃尾断層帯においては、すでに温見断層沿いの低位段丘面上（温見白谷地点）および根尾谷断層沿いの中位段丘面上（能郷地点）の2地点において、深度断面法による宇宙線生成核種年代測定のためのピット掘削、試料採取および試料分析を実施済みであるが（金田ほか，2022；小倉ほか，2023）、宇宙線の遮蔽効果を正しく見積もる上で重要な段丘構成礫層のバルク密度や含水率の情報が不足していたため、今年度は、温見白谷地点において再度のピット掘削を実施し、これらの値を直接計測した。また、宅地造成・圃場整備等の人工改変が行われた段丘面において本年代測定手法を適用するため、根尾谷断層沿いの低位段丘面（能郷集落の載る段丘面）上において、人工改変前の地形を復元するための群列簡易貫入試験およびハンドコア掘削を実施し、ピット掘削適地を選定した。

白濱吉起，2019，新潟県十日町盆地東部段丘面上に見られる背斜状変形とその成因，活断層研究，51，1-11．
田中真弓，2000，信濃川中流域，十日町盆地における河成段丘の変位からみた活褶曲と活断層の関係，第四紀研究 39 (5), 411-426.
金田平太郎ほか，2022，濃尾断層帯（温見断層南東部）の調査，活断層評価の高度化・効率化のための調査 令和元～3年度成果報告書，文部科学省研究開発局・国立研究開発法人産業技術総合研究所，232–279．
小倉祐弥ほか，2023，宇宙線生成核種10Beを用いた深度断面法による活断層の平均変位速度推定 – 根尾谷断層，能郷地区中位段丘面を例として-，日本活断層学会2023年度秋季大会講演予稿集，47–48．

○高精度活断層トレースデータの作成・公開

昨年度の情報収集をうけて、中田・今泉編（2002）「活断層詳細デジタルマップ」、今泉・他（編）

（2018）「活断層詳細デジタルマップ　新編」の活断層の位置情報について、データ公開に向けてデータ形式・公開方法についての検討を行った。来年度以降にデータの公開を行う方向で準備を進めている。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

内陸の活断層を震源とする地震現象の解明へ向け、高精度な地形・地質データの収集を進めている。本研究課題の目的である、航空レーザー測量等の新手法による変動地形の詳細な把握、従来的な年代測定手法の高度化、新しい年代測定手法の開発による変動地形の形成年代の取得・更新は活断層で発生する地震の規模や発生確率のより正確な推定につながる。これらの推定結果は、将来予測される地震災害への適切な備えのためには欠かせない情報であり、地震災害の軽減に貢献する。本研究課題によって得られた活動性に関する情報はもとより、今後開発された新手法の適用によって、国内の活断層調査による活動性解明の進展が期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kaneda,H., D. Ishimura, and Y. Niwa, 2025, Comment on “Surface exposure ages of middle–late Pleistocene marine and fluvial terraces along the northern and southern Sanriku coasts, Northeast Japan” by Wakasa et al. (2025), Geomorphology, 487,109921. doi:10.1016/j.geomorph.2025.109921, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

金田平太郎・松四雄騎，2025，宇宙線生成核種Be-10による断層変位段丘面の編年，日本活断層学会2025年度秋季大会シンポジウム「地形・地質の編年・年代学の最前線―大地が動いた“その時”に迫る―」，S-5.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

〇活断層・変動地形の活動性推定に向けた新規手法の開発

十日町盆地では、表面照射年代測定手法の検討のため選定した適地にてコア掘削またはピット掘削等による試料採取（宇宙線生成核種年代測定試料）の実施を行うとともに、令和７年度及び令和８年度に採取した試料について前処理を進める計画である。

濃尾断層帯では、令和７年度の予察調査で選定した根尾谷断層沿いの低位段丘面上の地点（能郷Ｌ地点）において、宇宙線生成核種年代測定試料採取のためのピット掘削調査を実施するとともに、採取試料の前処理・分析を進める計画である。

〇活断層トレースデータベースの構築

引き続き日本列島陸域の活断層の位置・形状を示す縮尺2.5万分の1相当の既存高精度トレースデータを収集し、作成年次・クロスチェック体制・使用したデータの種類等を考慮して、GIS上でトレースの比較・検討を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

石山達也（東京大学地震研究所）, 白濱吉起（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

岩手大学, 東北大学, 中央大学, 法政大学, 東京都立大学, 東洋大学, 信州大学, 弘前大学, 富山大学, 名古屋大学, 同志社大学, 岡山大学, 広島大学, 山口大学, 愛媛大学, 大分大学, 地震予知総合研究振興会, 千葉県立中央博物館

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石山達也
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_02

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）実験・理論的アプローチによる断層ダイナミクスの高度化
（英文）Advancing the faut dynamics: laboratory and theoretical approaches

（3）予算配分額：

全期間での配分予定額：15,675千円
令和７年度の配分予定額：3,000千円

（4）関連の深い建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（5）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
２地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
イ. 内陸地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法

（6）本課題の５か年の到達目標：

物理モデルによる地震発生予測や先行現象の物理的理解への貢献を念頭に、以下A-Hのサブテーマを進める。

A. 非常に長時間のヒーリングと非常に低速での滑りの実験により、延性域から断層浅部にわたる摩擦素過程の交代を調べる。

B. 固着の剥れ-震源核という中短期予測で重要なステージを中心に、摩擦状態発展則の違いの地震サイクルへの影響を探る。また、動的弱化が地震サイクルに与える影響を調べる。

C. 巨視的な物性不均質をもつ地殻中の巨視的に曲がった断層のモデル計算によって、構造がコントロールする地震発生の局面の抽出を試みる。

D. 数理・数値モデルで、温度や間隙水圧と滑りの相互作用の理解を深化する。

E. OFCモデルのような本質的に離散的なシステムが、GR則のような幅広いサイズの地震からなる活動を産み出すメカニズムを明らかにする。

F. 地震破壊エネルギーの地震サイズ依存性のメカニズムを理解するために、ガウジ層で数ミクロン

から数mという広い範囲のDcが見つかっているガウジ層の摩擦において、長短のDcに対応する状態変化の物理的実体を探る。

G. マントルウエッジ程度までの条件での岩石の流動則を確立し、地震発生への影響を検討する。

H. 地震の即時予測を超早期化する可能性のあるP波前重力波について、新たな手法による信号検知の向上と信号利用の方向性を検討する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

サブテーマA-Hについて、下記のように実験と理論研究を連携して行う。

A. (1-3年目)三軸試験機で石英ガウジの圧力溶解ヒーリングを非常に長時間まで行う。長い滑り距離と低い滑り速度の実験ができる回転式試験機の試料アセンブリ、計測制御系を改良する。(3-5年目)アルバイトガウジ、板状鉱物の長時間固結実験。回転試験機においては、非常な低速を含む様々な速度の実験から、ヒーリングと剪断弱化メカニズムの関係を探る。

B. (1-2年目)RSF発展則としてNagata則を使ったサイクル計算を行い、Slip lawやAging lawの結果と比較する。(3-5年目)動的弱化が震源核形成に与える影響をサイクル計算で調べる。

C. (1-3年目)不均質構造中での断層破壊計算手法をサイクル計算に実装する。(4-5年目)沈み込む高剛性プレートと低剛性付加体からなる付加体地震サイクルモデル計算を行い、構造がコントロールする地震発生の局面を抽出する。

D. (1-3年目)滑りと温度や間隙水圧の相互作用を、連続体やBKモデルなどの断層運動計算モデルに組込む。また、現在これらの効果を含まない方程式系の数理解析で行っている断層滑りモードの統一解析にこれらの効果を組込む。また、熱弾性を考慮した摩擦の時間発展を計算する手法を開発する。(4-5年目)シミュレーション、数理解析から、これらの相互作用の、前震から本震、あるいはゆっくり地震から高速地震の遷移条件を含む地震サイクルの様々な局面への影響を抽出する。

E. (1-3年目)離散的な地震活動モデルを連続体モデルに近づけていって、どこでGRが出なくなるかを探る。(3-5年目)上記の一連のモデルで、応力場、強度場の特徴や時間発展を調べる。

F. (1-3年目)熱活性化の時間依存ヒーリングと、時間に依存しない機械的過圧密による強度獲得が共起するガウジ実験データを、音波透過率の変化も参考にしてモデル化する。透明セル式回転試験機で機械的過圧密を再現するための予備実験を行う。また、透明セル式回転試験機で過去に見られた10m程度の長大Dcが発現する条件を探る。(3-5年目)透明セル式試験機のシステム改修を行い、上記長大Dcの滑り弱化中の個別粒子追跡により具体的なメカニズムをさぐる。また、1mm程度のDcをもつ機械的過圧密の解消過程も個別粒子追跡で調べる。

G. (1-2年目)固体圧式変形試験機の改修を行い、実験品質の向上をはかる。(2-5年目)海洋地殻物質およびマントル物質のレオロジー則を実験と理論で拡充する。母岩流動の断層運動への影響を地震発生のさまざまな局面で調べる。

H. P波前重力波については、新規の観測方法を開発している物理系のグループの必要に応じて信号強度の理論的評価を行う。

（8）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

おおむね計画通りに実施し、以下のような成果が得られた。

自己組織化臨界性の発現機構

GR則のメカニズム解明へのアプローチとして、単一欠陥を導入した Olami–Feder–Christensen（OFC）モデルを対象に、自己組織化臨界性（SOC）の発現機構を理論的・数値的に解明した。特に、秩序相・SOC 相・非同期相の三相構造に着目し、秩序相の性質を定量化することで相境界を解析的に導出した。その結果、SOC の発現には単なる同期化では不十分であり、十分に大きな超臨界ローカルエネルギーによって誘起される脱同期化が本質的役割を果たすことを明らかにした。さらに、理論的に得られた相境界および周期は正方格子およびハニカム格子上での数値シミュレーションと良い一致を示した。本成果は、SOC の最小成立条件を明確化するとともに、地震のべき則分布に代表される臨界現象の力学的理解に新たな理論的枠組みを与えるものである (大谷・亀, 2025, SSJ; 大谷・亀, 2025, 日本物理学会; Otani and Kame, submitted to Physical Rev. E)。

RSF断層での熱・流体効果

熱・流体・空隙生成相互作用の断層滑りへの影響について、今年度は断層面の摩擦則の効果を調べ、以下の結果を得た。亀裂面を挟んだ鉛直方向の領域に有限の幅 w_h を持った滑り帯を考え、その内部で熱・流体効果を考えた。モデルを簡略化するため空隙の効果はとりあえず考慮しない。摩擦則としては速度状態依存摩擦（RSF）則を導入し、a–b は正とする。破壊核を考え、その内部では一定の亀裂端伝播速度で亀裂を伝播させ、亀裂端が破壊核端に達した際に自発的に外部へと伝播するか調べた。その結果、a–b の値が小さいケース（以下ケースα）と大きいケース（以下ケースβ）で振る舞いが異なることを見い出した。

ケースαでの振る舞いは常識的なもので、 a–b が小さい（速度強化が弱い）ほど破壊核内の滑り速度が大きく、応力集中も強い。そのためケースαの内でも特に a–b が小さい時にのみ亀裂端は破壊核に到達した直後に外部へ伝播する。 a–b がある程度大きいと、亀裂端から反射波が到達したことによって亀裂面上のすべての点で滑りが停止した。熱・流体効果は滑りに伴って応力降下量を増加させ最終的には亀裂面上の応力をすべて解放するものの、その効果が現れる前に滑りの停止が見られたのである。すなわちケースαでは a–b が小さいほど亀裂端が伝播し易い。

ケースβでは直感に反する振る舞いが見られた。破壊核端からの反射波が到達するまでは亀裂面上での滑り速度は a–b が小さいほど大きいが、亀裂端が破壊核に到達した直後における亀裂端の外部への伝播は見られない。これはケースαのうち比較的 a–b が大きい場合と同様である。いっぽう、反射波到達後については、ケースαと異り、亀裂面上で滑りが停止せず、かつ a–b が大きいほど滑り速度が大きくなり得ることがわかった。これは、 a–b が大きいほど反射波による減速の効果も小さくなるからである。すなわち、滑っている間に働き続ける熱・流体効果に伴う最終的な亀裂面内の応力の解放は、 a–b が大きいほど早く現れることになる。これにより、 a–b が大きいほど、より早い応力集中及び破壊核外部への亀裂端の伝播が引き起こされる。これはケースαの振る舞いと逆の傾向である。

以上の結果は熱・流体効果と RSF 則の相互作用を動的地震滑り過程に導入することの重要性を示唆する。ケースαとβを分ける値は w_h に依存するが、その詳細な解析は今後の課題である。また例えば流体の拡散を考えれば、微動のような振る舞いを再現する可能性もある (河野・鈴木, 2025, JpGU)。

岩石の流動則

沈み込み帯の深さ 50 km 程度までの岩石の応力や歪速度を推定するために、固体圧式変形試験機による高温高圧実験を行った。天然含水石英岩（メノウ）をもちいた最高温度 1000℃、 封圧 1.5 GPa の実験を行い、回収した試料の定常組織について光学顕微鏡と走査電顕–EBSD マップを用いた粒子解析結果を比較した。いずれにおいても再結晶粒子のアスペクト比が低温高歪速度で高くなり、変形条件のよい指標となる (Nakakoji and Shimizu, 2025, AGU)。さらに、高温高圧下の石英の流動則を精密に求めるために、固体圧媒体の摩擦低減のためのアセンブリ開発を行うとともに (Shimizu et al., RSI, under review)、様々な圧媒体物質をもちいて校正実験を行い、新たな液体セルを開発した (Shimizu and Nagai, 2025, AGU)。また、石英粉末からさらに均質・等方的な人工石英多結晶体を焼結合成することに成功した。

熱弾性不安定による高速摩擦の動的弱化に対する試料サイズ効果

岩石の高速摩擦時の動的弱化には試料サイズ依存性が存在し、大きい試料ほど小さい滑り速度で弱化が生じると提唱されている (e.g., Yamashita+, 2015, Nature)。このような実験的性質を、連続体モデルの断層に構成則として与えることは出来ない。これを説明する機構として、熱弾性不安定 (TEI) による温度と垂直応力不均質の増大がある。そこで、適した数値計算手法を編み出し、局所的には温度弱化を示す摩擦面の巨視的な力学的性質を数値実験で調べた。大試料ほど低い滑り速度で弱化する傾向が得られたが、非常に大きな試料になると試料サイズ依存性がほぼ無くなることを新たに見出した。無限媒質について不均質の増大率は波長に依存するが、これが最大となる波長が存在する。このモードの増大率は試料サイズに依存しないが、これが試料に収まる場合には試料サイズ依存性が無くなると理解できる。逆に小さい試料の場合は、試料がホストする最大波長のモードが最も早く増大するが、この増大率は試料サイズに依存する。この発見は断層構成則を与える際に必須となる粗視化の代表要素長さスケールが存在する可能性を示唆するものであり、地震時の高速滑りを連続体力学を用いてモデル化する妥当性を考える上で基礎的に重要である (Noda, 2025, SSJ)。

Aging-Nagata-Slip law 系列の動的地震サイクル計算における核形成過程

RSF則には、室内実験のどのような側面の再現を重視するかによっていくつかのバリエーションがあり、なかでも Aging law と Slip lawがよく使われている。滑り速度が無視できない条件では Slip law の方が室内実験に整合することが指摘されて久しいが、殆どの動的地震サイクル計算では数値計算が容易なAging law が使用されている。Nagata law は Aging law と Slip law を端成分とする構成則であり、この系列において地震サイクル挙動がどのように変わるかを調べることは、既存の地震サイクル計算の結果から導き出された「知見」の視野の狭さを認識するのに役立つ。本課題では、世界で初めて Nagata law を用いた動的地震サイクル計算を行い、また世界で初めて Slip law を用いた地震サイクル挙動のなかでおこる核形成過程を調べた。Aging law では、固着域に対する剥がれの進行距離と摩擦測から期待される震源核サイズの比較が地震発生のタイミングを規定していたが、Slip law に近づくとこの関係が顕著に崩れ、剥がれ域よりも非常に小さい震源核が生成される。震源核は剥がれ域の先端に生じる場合と、そこから離れた速度弱化域境界部に生じる場合があり、物性値分布を一定に保った系で繰り返し発生する地震の中にこれらが混在する。剥がれの侵入時には、剥がれフロントに滑り速度の空間的ピークが存在するが、震源核が速度弱化域境界部に生じる際にはその直前に滑り速度ピークが逆方向に移動する。これらの新たな断層挙動は、固着域の時間的変化やスロースリップ挙動と大地震発生過程の関係を論じる上で重要である (Kaneki and Noda, 2025, EPS)。

断層粗さの消長を考慮した摩擦則を用いた動的地震サイクル計算

摩擦面の粗さは摩擦の性質に影響を与えると考えられるが、これを断層構成則に組み込む研究は地球物理学分野ではあまり進んでいない。4半世紀前に断層粗さの消長を考慮した摩擦強度則 (Aochi and Matsu'ura, 2002, PAGEOPH) が提案されたが、その検証や帰結としての地震サイクル挙動の研究は、断層と地震発生の物理の理解を進める上で重要である。本研究では上述の強度則に対数滑り速度の直接効果項を加えて摩擦則の「近代化」(Nakatani, 2001, JGR) を行い、地震サイクル挙動を調べた。断層サイズを変えた数値実験の結果、破壊エネルギーが断層サイズに比例するスケーリングが得られた。一方で計算結果として得られる断層面の粗さのパワースペクトルが観察結果から乖離することや、地震性滑り域における顕著な余効滑りを抑えるために高速滑り時の直接効果項をカットオフする必要性等の課題も浮き彫りとなった (Norisugi and Noda, 2025, JpGU; Norisugi and Noda, 2025, ACES; Norisugi and Noda, submitted to JGR)。

多階層アスペリティモデルの２次元動的地震サイクル計算と粗視化の可能性

大きい強靭な地震性パッチと小さい脆弱な地震性パッチの共存を仮定する「階層アスペリティモデル」について、5階層程度の階層性を持つ2次元問題の動的地震サイクル計算を行った。得られた数値解には様々なサイズの地震破壊が含まれ、孤立した小中リピータや大地震中の脆いパッチからの高周波の放射など、多様な現象が内包された複雑な地震サイクル挙動が得られた。一方でプレート境界断層のような大断層において、微小なリピータまでも解像する数値計算は現実的ではない。この現実を模擬する実験として、上述の数値解を「真実」と位置付け、断層構成則に空間的な平滑化処理を行い、動弾性とカップリングさせた粗視化モデルの地震サイクルを計算した。このような粗視化を行っても、階層アスペリティモデルから期待される地震のスケーリング（破壊エネルギ∝地震サイズ、自己相似的なモーメント-継続時間関係、等）は保たれる。一方で粗視化の程度（平滑化の空間スケール）に依存して単純な地震サイクルを示すようになり、地震の「個性」の幅が失われる。このことによりスケーリングはより綺麗に見えるようになる。地球物理学的に観測が不可能な微小スケールまで系の不均質が存在することは当然であると考えられる。よって天然の断層挙動の再現を目指すあらゆる連続体モデルは粗視化モデルである。本研究は連続体モデルの適用可能範囲や、モデル結果の「使い方」を考える上で重要な実験であると言える (Norisugi and Noda, 2025, SSJ)。

三角形転位要素を用いて離散化した断層面上の応力評価の問題点とその解消法

三角形転位は省資源で半解析的な境界積分方程式法を用いた断層面の離散化の際に頻繁に使用される。しかし既存の手法では、断層面上での応力の評価の際の特異積分が正しく近似できていることが数学的に示されていなかった。本研究では最も簡単な平面断層の場合について、三角形要素内部の点で応力を正しく評価できる点が無いことを証明した。また、要素サイズをゼロに近づけた際に残る誤差が滑り勾配に比例することを示し、これを補正して正しい応力が評価できる計算手法を提唱した。また、多点での評価を組み合わせて正しい応力評価を得る手法を複数開発した (Noda, 2025, JpGU; Noda, 2025, EPS)。

摩擦パラメータと初期摩擦強度を同時推定する周期的SSEのデータ同化法

スロースリップイベント（SSE）を対象として、断層すべりの将来予測精度向上を目的とした新しいアジョイント法に基づくデータ同化手法を開発した。従来手法では、直接観測できない初期摩擦強度を定常状態と仮定していたため将来すべり予測に不確実性が残っていたが、本研究では「SSEが周期的に再来する」という性質を制約条件として導入し、摩擦パラメータと初期摩擦強度を二段階最適化により同時に推定する方法を提案した。数値双子実験により、本手法が摩擦強度と摩擦パラメータのトレードオフ問題を効果的に緩和し，観測期間を超えたSSEの発生時期やすべり進展を高い精度で予測可能であることを示した。本成果は、物理モデルに基づく地震・スロースリップ現象の予測研究において，データ同化の信頼性を大きく向上させる基盤的手法を提供するものである (Ohtani+, 2025, EPS)。

LLMを用いて地震学分野におけるデータ同化用計算コードを自動生成する試み

対話型大規模言語モデル（LLM）を用いて、研究用計算コードの自動生成可能性を検証した。特に地震学分野におけるデータ同化を題材とし、対話的な指示から意図した数値計算コードを構築できることを示した。これにより、LLM が研究活動におけるプログラミング支援手段として有効であり、実践的な地震研究への応用可能性を持つことが明らかとなった (亀ら, 2025, 地震2)。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

岩石の流動則の実験を非常に精密に行う手法が開発されたことは、地震発生層深部のモデリングおよび天然試料の読み取りに重要な貢献であり、1(3)、2(1)、2(2)アに資する。

断層面の粗さの消長をとりこんだ摩擦則および階層アスペリティを様々な滑り距離をもつ状態変数の重ね合わせによるマルチスケールRSFとして記述し粗視化できるものにしたことは、広い波長範囲にわたってフラクタルな粗さをもつという天然の断層面の特徴と、定まった代表体積でスケール分離して構成則が使える連続体力学を親和させる画期的なアプローチであり、破壊エネルギーと地震サイズのスケーリングが再現できたことは心強い。GR則の理由と言われている臨界状態の自己組織的な発現のメカニズムがOFCモデルの相転移の発見を契機に理解され始めたこととあわせて、地震の成長・停止メカニズムに対する物理的な理解を全く新たな次元に押し上げられる可能性があり、1(3)、2(2)の新たな展開が期待される。災害をもたらすのは大きな地震であるから、地震の大きさを決めるダイナミクスに歯が立つようになれば格別の意義がある。

地震発生における流体の役割の重要性はゆっくり滑りと通常地震の両方を含む活動の観測事例からも強く示唆されており、熱・流体・空隙生成相互作用についての統一的な理論において、現実的なRSF摩擦則の効果を解明したことは、地学条件から地震ハザードの地域性を推察することに役立ち1(3)、2(1)、1(5)、2(2)に貢献する。

SSE 発生のデータ同化による予測の大きな問題点が克服されたこと、地震発生シミュレーションの基礎的な数値技術に進展があったこと、摩擦則の詳細によっては、固着の剥れと震源核にこれまで知られていなかった複雑な挙動が期待されることなどは、観測と計算のフィードバックによる地下状態のトラッキング能力を確実に向上させ、1(3)、2(2)イに貢献する。

熱弾性不安定によって生じる動的弱化の試料サイズ依存性が非常に大きな試料ではほぼなくなることが数値的・理論的に示されたことは3(2)アに貢献する。

（9）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

亀 伸樹・平原和朗・加納将行・岡崎智久, 2025, データ同化Pythonコードの自動生成－大規模言語モデルのプログラミングへの適用－, 地震2, 71, https://doi.org/10.4294/zisin.2024-17, 査読有, 謝辞有

Ohtani, M., N. Kame, and M. Kano, 2025, Development of an adjoint-based data assimilation method toward predicting SSE evolution: Two-step optimization of frictional parameters and initial strength on the fault, Earth Planets Space, 77:86, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02222-9, 査読有, 謝辞有

Noda, H., 2025, Inconsistency of a single-point evaluation of traction on a fault discretized with triangular elements and several improved methods, Earth, Planets and Space 77, 128. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02180-2, 査読有, 謝辞有

Kaneki, S. and H. Noda, 2025, Diverse preseismic creep behavior realized with various state-evolution laws: insight from dynamic earthquake cycle simulations. Earth, Planets and Space 77, 175, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02269-8, 査読有, 謝辞有

Suzuki, T. and H. Matsukawa, 2025, Self-organized first-order transition from foreshock to mainshock in earthquake sequences induced by heat, fluid pressure, and porosity, European Phys. J. B, 98, 67, https://doi.org/10.1140/epjb/s10051-025-00920-7, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

大谷哲人・亀 伸樹,2025, 地震のべき乗則に迫る：地震の数理モデルが示す相転移境界の導出, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-22.

大谷哲人・亀 伸樹,2025, 地震のべき乗則に迫る：単一欠陥モデルが示す相転移現象, 日本物理学会第80回年次大会, 18pPS-97.

久保久彦・Wu Stephen・加納将行・加藤慎也・小穴温子・岡崎智久・岡田望海・亀 伸樹・小寺祐貴・佐藤大祐・椎名高裕・下條賢梧・溜渕功史・直井 誠・西山竜一・平原和朗・宮本 崇・山田真澄, 2025, 地震研究における大規模言語モデルハッカソン, 2025年度人工知能学会全国大会, 2K1-OS-6-01.

久保久彦・Wu Stephen・加納将行・加藤慎也・小穴温子・岡崎智久・岡田望海・亀 伸樹・小寺祐貴・佐藤大祐・椎名高裕・下條賢梧・溜渕功史・直井 誠・西山竜一・平原和朗・宮本 崇・山田真澄, 2025, 地震研究における大規模言語モデル活用の挑戦, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG60-01.

加納将行・平原和朗・亀 伸樹・岡崎智久,2025,大規模言語モデルを用いた地震サイクルシミュレーション・データ同化コードの自動生成, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG60-P07.

Noda, H., 2025, Inconsistency of a single-point evaluation of traction and improved methods for a fault discretized with triangular dislocations, JpGU meeting 2025, SCG45-P40.

Noda, H., 2025, Complex sample-size effect in high-velocity friction due to thermoelastic instability inferred by numerical simulation, SSJ 2025 Fall meeting, P12-01.

Norisugi, R. and H. Noda, 2025, Multi-Scale Rate- and Roughness-Dependent Fault Constitutive Law and Dynamic Earthquake Sequence Simulation, JpGU meeting 2025, SCG45-P43.

Norisugi, R. and H. Noda, 2025, Multi-scale rate-and-state friction law and coarse graining of hierarchical fault heterogeneity preserving source parameter scaling, SSJ 2025 Fall meeting, P08-22.

Norisugi, R. and H. Noda, 2025, Multi-scale rate- and roughness-dependent fault constitutive law and dynamic earthquake sequence simulation, 12th ACES International Workshop.

河野葉子・鈴木岳人, 2025, 速度状態依存摩擦則と熱・流体相互作用を考慮した破壊核外部への自発的な亀裂端伝播、日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS10-P01.

中小路 一真・清水 以知子, 2025, 高温高圧変形実験で得られた石英の動的再結晶組織の画像解析:粒子形状の温度・歪速度依存性, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG62-01.

永井嵩也・清水 以知子, 2025, 固体圧式変形試験機における新たな liquid cell の開発：内部摩擦の低減による差応力の精密決定, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG62-P06.

中小路 一真・清水 以知子・道林克禎, 2025, 石英の変形再結晶組織におけるタイプ P/S 遷移の定量的指標とその要因, 日本地質学会第132年学術大会, T4-O-17.

永井嵩也・清水 以知子, 2025, 固体圧式変形試験機による高封圧条件下における精密応力決定：大理石の変形実験への適用, 日本地質学会第132年学術大会, T4-O-11.

Nakakoji, K., I. Shimizu, and K. Michibayashi, 2025, Aspect ratio of recrystallized quartz grains as a quantitative strain rate indicator: Optical vs. EBSD-based characterization of steady-state microstructures, AGU25, T23B-02.

Shimizu, I. and T. Nagai, 2025, Improved stress accuracy in solid-medium deformation experiments using a Kumazawa-type apparatus and a new glass cell, AGU25, online.

（10）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（11）令和８年度実施計画の概要：

高密度粉体層としての地震断層の強度回復メカニズムに関して、透明セル式回転試験機で熱可塑性樹脂を粉体試料として用いた実験を行い、時間依存の粒子間結合強化と幾何学的な粒子再配置によるコンパクションという二つの効果の峻別をめざす。

固結時間が長いほど Dc が伸びる傾向が報告されている、100-200℃ 程度の熱水下ヒーリング実験 (Nakatani and Scholz, 2004) を非常に長時間まで行い、このプロセスが天然の断層のもつ高い破壊エネルギーを説明しうるか検討する。

石英の高温高圧レオロジーと組織発達については、固体圧試験機のために今年度に開発した改良アセンブリと人工超細粒石英多結晶体試料を用いてクリープ試験を行い流動応力を精密に決定する。

地震サイクルにはナノメートル/秒オーダーの低速滑りプロセスが含まれ、その微視的素過程では量子的な効果が重要になる可能性がある。そこで、接触運動のモデルとしてしばしば取り上げられる Frenkel-Kontorova モデルを量子的に取り扱い、最大静摩擦力の成因を探る。

連続弾性体中の断層に適用して地震のスケーリング則に関して有望な結果を得たRSF則のダイレクトエフェクトと粗さの消長による強度則 (Aochi and Matsu'ura, 2002) を組みあわせた摩擦構成則について、摩擦構成則自体の挙動を理解するために1自由度バネ–スライダでの挙動を調べる。階層アスペリティの粗視化実験については、詳細を様々に変えて行い適切な粗視化の手法を探る。

GR 則の成因解明に関して、単一不均質をもつ single-defect 型 OFC モデルで見い出された冪挙動と周期挙動の相転移を踏まえ、annealed disorder（時間変動する不均質ノイズ）の導入が臨界性に果たす役割を調べる。時間変動振幅や更新規則を系統的に変化させ、イベントサイズ分布や空間相関、有限サイズスケーリングを解析することで、真の自己組織化臨界状態への遷移条件とその物理機構の解明を目指す。

本年度までの結果について論文化を進める。

（12）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中谷 正生（東京大学地震研究所）, 亀 伸樹（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

清水 以知子（京都大学理学研究科）, 野田 博之（京都大学防災研究所）, 鈴木 岳人（高千穂大学人間科学部）, 桑野 修（海洋研究開発機構）, 永田 広平（気象庁）

（13）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：03-5841-5787
e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（14）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_03

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）摩擦運動に対する微細不均質構造の影響と実効的摩擦法則の可能性
（英文）Coarse-grained friction law of heterogeneous faults

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震発生の力学において鍵となる物理法則は断層の摩擦法則である。摩擦法則については速度・状態依存摩擦法則が実験室スケールで確立されているが、状態変数とその発展法則は経験的に設定されており、微視的な物理過程から系統的に導出されるようにはなっていない。その一方で、岩石試料の摩擦面と天然断層のサイズは大きくかけ離れており、実験室スケールで経験的に成り立つ法則が断層スケールでも成り立つ保証はない。従って、速度・状態依存摩擦法則を断層スケールにそのまま適用することには根本的な問題があるのが現状である。この困難を解消するためには、実験室スケールで成立する摩擦法則が依拠する物理過程を特定した上で、その物理過程がスケールを変えた際にどう変わるかを定量的に議論しなくてはならない。
その際問題になるのは、断層面の不均質性である。例えば速度・状態依存摩擦法則は3つのパラメタを含むが、このうち二つ(a, b)は岩石物性から決まると考えられる。断層面に存在する岩石種・鉱物種には空間不均質性があるため、摩擦パラメタ(a, b)にも空間不均質性があるはずだ。いわゆる「アスペリティモデル」もこのような空間不均質性を表す一つのモデルと言えるが、アスペリティ内部では空間均質性が仮定されている。多くの場合「アスペリティ」は震源領域とほぼ等価なのでそのサイズは数km～百km前後ということになるが、そのように広大な震源領域に渡って均質性を仮定してよいのか、自明ではない。むしろ摩擦パラメタの不均質性も短波長から長波長まで（例えば数cm程度から数km程度の波長まで）フラクタル的に分布していると考えるのが自然だろう。
このようにフラクタル的な空間不均質性をもつ断層面の動力学は、例えば井出・青地らによって研究されているが、そこではすべり弱化的な摩擦法則を仮定し、臨界すべり距離Dcがフラクタル的に分布するモデルを考えている。これは地震すべりに伴う動的弱化を表しており、観測・実験とも整合的ではあるが、速度・状態依存摩擦法則のパラメタとの対応づけは難しい。また、通常の地震のモデルとしては問題ないが、スロー地震のような中間的な不安定性を論じられるかは不明である。
そこで本課題では、速度・状態依存摩擦法則自体に注目し、空間スケールを大きくしていった際に摩擦法則がどのように変化するかを系統的に解明する。臨界すべり量Dcとは異なり、速度状態依存則の

パラメタ(a,b)がフラクタル的に分布している証拠はない。そこで空間分布についてはランダムな場合も含めて様々なケースを調べる必要がある。いずれの場合でも、地質学的構造の最短波長に対応する面積要素を最小構成単位として扱い、摩擦パラメタが空間的に（フラクタル的あるいはランダムに）分布した断層面を考える。この断層面が全体として均質な速度・状態依存摩擦法則に従うとみなせるか、それがどのような条件において可能になるかを調べる。例えば不均質性が弱い場合は、速度弱化パッチが複数存在しても滑り面全体が一様に一定速度で滑ることが可能かもしれないし、あるいは滑り速度が面全体で一様に振動するかもしれない。これらの場合は、不均質な摩擦面が実効的には均一な面とみなせることを意味しており、面全体の摩擦特性が新たなパラメタで代表されるはずである。これを「摩擦法則の粗視化」と呼ぶ。本課題の到達目標は、摩擦法則の可視化が可能な場合とそうでない場合がどのような条件で決まるかを、いくつかの具体的な設定のもとで明らかにすることである。一般に、粗視化の可能性はすべりダイナミクスに依存すると予想される。例えば動的な不安定性をもつダイナミクス（通常の地震など）では、空間不均質性のわずかな違いが不安定性によって増幅され、均質な速度・状態依存摩擦法則には帰着されないことが予想される。従って、本研究では不安定性が弱い場合（Hopf分岐点近傍）を中心に解析を行う。不安定性が強い場合（通常の地震になる場合）については、すべり核生成過程に焦点を絞り、すべり核のサイズを均一な場合の理論式と比較することで、「不均質性を考慮した均一なパラメタ」が存在するかを調べる。

（6）本課題の５か年計画の概要：

初年度から3年目（2024～2026年度）においては摩擦パラメタの空間分布がランダムな場合を考え、2027～2028年度においてフラクタル的に分布した場合を考える。
まず初年度（2024年度）においては、もっとも簡単な場合として弾性体の面外厚さが薄い系（すなわちバネブロックモデルに帰着される場合）を考える。この系では核形成過程こそ正しく論じられないものの、面外の薄さによるカットオフ効果により最近接相互作用しか働かないため、系のダイナミクスは境界条件にさほど依存しないことが期待される。そこで周期境界条件など比較的容易な条件でシミュレーションを行い、一様定常すべりが可能な摩擦不均質性の条件を系統的なシミュレーションによって解明する。また、その条件から少し外れると一様に振動することが期待されるが、その実現可能性は不均質性の度合いに依存する。摩擦不均質性の条件を系統的に変化させ、一様な振動が可能な条件を数値的に解明する。
2年目（2025年度）においては、同じ作業を一般的な厚みをもつ系について行う。この場合はすべり核形成過程が論じられるので、（準）定常状態の実現可能性だけでなく、すべり核形成過程におけるモーメント解放量について均一系の理論と比較し、粗視化された摩擦パラメタで記述されるかどうかを論じる。
3年目（2026年度）においては1、2年目の結果に基づいてそのスケール依存性を議論する。シミュレーションにおいて摩擦パラメタを設定する最小構成要素の大きさ自体は任意であるはずだが、大数の法則よりメッシュのサイズとパラメタの分散が関係しているはずである。ただしその場合の大数の法則が単純な算術平均に基づくものかどうかは不明である。そこで1～2年目の結果に基づき、摩擦パラメタの粗視化がどのような計算に基づいているか推定し、その式に基づいた大数の法則を定式化する。その上で、メッシュサイズとパラメタの分散の関係について一般化された大数の法則を提案する。
4～5年目（2027～2030年度）においては、空間的にフラクタル分布した摩擦パラメタの系について1～3年目と同じ解析を行う。この場合の結果は断層面のラフネスのフラクタル性とも関係するので、余裕があれば面の方位のランダムネスを実効的にモデル化する可能性についても検討を加え、完全なグリーン関数に基づく計算結果とも比較する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2025年度においては、断層帯内部構造（厚み方向に関する構造）の考察に取り組んだ。すべり面が複数存在しそれらが相互作用する系の力学モデルを構築し、数値実装および系統的パラメータスタディを実施した。特に、スロースリップイベントや低周波微動など、従来の単自由度ばねブロックモデルでは十分に記述できなかった複雑な滑り様式の再現と、その物理的解釈を目標とした。
まず、断層帯の厚み方向の不均質性と層間相互作用を取り入れるため、3ブロック・2摩擦界面からなる多自由度ばねブロックモデルを構築した。各ブロックは弾性バネで接続され、上下の摩擦界面には

速度状態依存摩擦則（Rate-and-State Friction, RSF）を適用した。これにより、単一界面ではなく、複数界面が競合・協調する系として断層運動を扱う枠組みを整備した。
理論面では、RSF則に基づく運動方程式を整理し、定常滑り解のまわりでの線形安定解析を行った。その結果、系がスティックスリップ不安定を起こす条件として、バネ定数が臨界剛性より小さいことが必要であることを確認し、法線応力の増大が不安定化を促進することを理論的に再確認した。これにより、後に行う数値計算の妥当性を評価する理論的基準を明確にした。
数値計算においては、RSF則に含まれる対数項が低速域で発散するという問題に対処するため、逆双曲線正弦関数（arcsinh）を用いた正則化手法を実装した。この正則化により、滑り速度がゼロに近づく極限でも摩擦係数が有限に保たれ、固着状態を自然に含む長時間シミュレーションが可能となった。低速極限では線形粘性減衰として振る舞い、高速極限では従来の対数依存と一致することを漸近展開により確認し、物理的一貫性と数値安定性を両立していることを示した。
構築した運動方程式は9成分の一階常微分方程式系に書き換えて数値積分を実行した。過渡的応答を除去した後の定常状態に対して解析を行い、統計的に安定した結果を得た。
パラメータスタディとして、層間結合剛性kを0.1～2.0、法線応力（摩擦強度）fを0.1～5.0の範囲で系統的に掃引し、約1000通りの組み合わせについて計算を行った。その結果、系の挙動は単純な周期振動から複雑なカオス的振動へと連続的に遷移することが明らかとなった。一般に、剛性kを固定すると法線応力fの増大に伴い周期的挙動からカオス的挙動へと移行する傾向が確認された。一方、fを固定した場合のk依存性は単純ではなく、層間相互作用の強弱によって多様なモードが現れることが分かった。
得られた時系列データに対して高速フーリエ変換（FFT）を適用し、パワースペクトルに基づいて滑り様式を分類した。その結果、本モデルの挙動は大きく5つのモードに整理できることを見出した。すなわち、(I) 片方の界面のみが周期振動するモード、(II) 両界面が同期して周期振動するモード、(III) 一方が周期的で他方がカオス的となる混合モード、(IV) 一方のみがカオス的となるモード、(V) 両界面がカオス的となるモードである。特に、片方が周期、他方がカオスという混合モードは、多自由度系特有の現象であり、単一界面モデルでは現れない挙動であることを確認した。
さらに、特定のパラメータ領域では、時間発展の途中で卓越する界面が切り替わる現象が観測された。これは、一方の界面でのエネルギー散逸や応力再配分が他方の不安定条件を変化させることにより、支配的な滑り面が動的に選択される結果であると解釈される。滞在時間の異なる間欠的スイッチングや、明瞭な単発的スイッチなど、複数のタイプの切り替わりが確認され、界面間の競合ダイナミクスが系の本質的特徴であることが示唆された。
物理的解釈としては、層間結合が強い場合には界面が一体化して同期的に振る舞い、結合が弱い場合には界面が独立に不安定化する傾向があることが分かった。また、法線応力が高い場合には臨界剛性が増大し、不安定性が強まることでカオス的振動が出現しやすくなる。これらの結果は、浅部クリープ域における孤立アスペリティの周期挙動や、深部における不規則微動、さらには高封圧下での複雑な滑り様式と対応づけて解釈できる可能性がある。
以上のように、2025年度は、多層構造を持つ断層モデルの構築、数値安定化手法の確立、長時間・大規模パラメータ掃引の実施、スペクトル解析による滑り様式の体系的分類という一連の作業を完了した。その結果、単一の物理モデルの枠内で、周期振動からカオス、さらには界面間スイッチングまでを統一的に再現・整理することに成功した。本成果は、スロー地震や微動を含む多様な断層滑り現象を理解するための基礎的枠組みを与えるものであり、今後の外部摂動応答や潮汐鋭敏性の解析へと発展可能な基盤を構築したといえる。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

項目「1. 地震・火山現象の解明のための研究 （３）地震発生過程の解明とモデル化」においては、断層面やその周辺におけるひずみと応力の蓄積、地震時の断層破壊過程、地震活動の階層性などに関する理解に基づいて地震の発生過程の解明を進めている。いずれの課題においても断層の複雑な構造とそれらが引き起こすダイナミクスの理解が求められている。本研究では断層帯における多様な滑り様式を統一的に理解するための力学モデルを構築して地震発生過程の物理的理解を深化させるという基盤的役割を担っている。
巨大地震による災害の軽減には、発生確率の評価、切迫度の把握、前兆現象の理解など、多層的な科学的基盤が必要である。その中核には、「断層がどのような条件で安定から不安定へ遷移するのか」「スロー地震や微動は巨大地震とどのような関係にあるのか」といった根源的問題が存在する。本研

究では、3ブロック・2摩擦界面モデルを用いて、層間相互作用と摩擦不安定性の競合が滑り様式を決定することを示し、周期的挙動からカオス的挙動までを一つの枠組みで再現した。特に、片方の界面が周期的に振る舞う一方で他方がカオス的になる混合モードや、時間発展の途中で卓越界面が切り替わる現象は、多自由度系としての断層帯の本質を示唆する結果である。
これらの知見は、断層が単一の「臨界点」に向かう単純な系ではなく、複数の準安定状態を行き来する複雑系であることを示している。災害軽減の観点から重要なのは、どのようなパラメータ条件で系がカオス的・高感受性状態に入るのかを理解することである。本研究では、法線応力の増大や結合剛性の低下が不安定化やカオス化を促進する傾向を明らかにした。これは、深部高封圧環境や破砕帯の発達した領域において、微小な外部摂動に対する応答性が増す可能性を示唆するものであり、潮汐応力や流体圧変動と地震活動の相関を議論する上での理論的基盤となる。
また、FFTによるスペクトル解析に基づく滑り様式の分類は、観測データとの比較可能性を持つ。実際の地震・微動データのスペクトル構造や時間変動と、本研究で得られたモード分布を照合することで、観測される滑り現象がどの力学領域に対応するのかを推定できる可能性がある。これは、将来的に「現在の断層がどの動力学状態にあるのか」を評価するための物理的指標の構築につながり得る。
今後の展望としては、第一に、外部周期摂動（潮汐応力など）や確率的ノイズをモデルに導入し、カオス状態の安定化や同期現象の有無を体系的に調べることが挙げられる。カオス系においては微小な外部入力が秩序を誘起する場合が知られており、これがスロー地震の潮汐鋭敏性とどのように関係するかを検証することは、発生タイミング予測の精度向上に寄与する可能性がある。
第二に、より多自由度化したモデルや連続体近似への拡張を行い、空間的不均質性や破壊伝播を明示的に扱うことで、巨大地震核形成過程との接続を図る必要がある。現在のモデルは最小構成の多層系であるが、その中で既に多様なモードとスイッチングが現れることが確認された。この性質がより高次元の系でも保持されるならば、観測される複雑な地震活動の統一的理解へとつながる。
第三に、観測データとの統計的比較を進め、モデルパラメータと実際の地殻条件との対応関係を定量化することが重要である。これにより、断層の力学状態推定という応用的課題へ一歩近づくことができる。
本研究は、直接的な防災技術の開発ではなく、断層の動力学的本質を理解するための基礎研究である。しかし、災害軽減のためには、観測・統計・工学的対策を支える強固な物理的理解が不可欠である。多層断層モデルに基づく滑り様式の体系的理解は、地震発生過程の不確実性を構造的に整理する枠組みを提供するものであり、長期的には地震ハザード評価や前兆現象の物理解釈に資する基盤的成果と位置づけられる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Sakamoto, R. and T. Hatano, 2025, Effect of wavelength on modulus softening and triggered slip in sheared granular matter, Geophysical Journal International, Volume 243, ggaf342, 10.1093/gji/ggaf342, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

スロー地震に見られる再来間隔や振幅の時間変動はしばしば単純な周期性ではなく，周期倍化や不規則振動を含む複雑な時系列構造を示す。とくに微動については周期的挙動と不規則挙動が混在する事例も観測されており、その背景にある力学的メカニズムは十分に理解されていない。
2026年度においては、その物理的起源を明らかにすることを目的として、流体の影響を考慮した断層モデルの提案と解析を行う。スロー地震の「時系列特性の複雑性」を最小限の力学モデルで再現し，その分岐構造を体系的に整理することを目標とする。
モデルとして、プレート境界上を一定速度で滑る断層面の中に、流体を多く含む小規模パッチが埋め

込まれている状況を仮定する。パッチは周囲と弾性的に結合され、摩擦には速度状態依存摩擦則（rate-and-state friction law）を適用する。流体圧については、滑り速度に依存しつつ有限の緩和時間で定常値へと緩和する動的方程式を導入する。これにより、滑り量・状態変数・流体圧の三変数からなる連立常微分方程式系を構築し、その挙動と分岐構造を明らかにする。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

亀伸樹（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
波多野恭弘（大阪大学大学院理学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：大阪大学大学院理学研究科（波多野恭弘）
電話：
e-mail：hatano@ess.sci.osaka-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：波多野恭弘
所属：大阪大学大学院理学研究科

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_04

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）多項目観測と解析高度化による火山活動の定量的理解

（英文）Quantitative understanding of volcanic activity through multi-observation and improved analysis

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
　　(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
　　(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
　　(5) 大規模火山噴火
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
　　(1) 観測研究基盤の開発・整備
　　イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、「火口近傍での多項目観測」、「火山活動評価のための解析高度化」、「衛星データ解析手法の高度化」、「新たな観測手法の開発」、「モデル実験」の5つの項目について、以下に示す計画のもと実施する。

１．火口近傍での多項目観測

比較的短かい間隔で噴火を繰り返す活動的な火山は噴火の全過程にわたるデータが得られるほか、現在活動中もしくは噴火準備過程にあると火山は噴火過程やマグマ蓄積過程に関する理解を得る重要なデータを提供してくれる。ここでは、浅間山・霧島・伊豆大島などを対象とし、地震・GNSS・傾斜・重力・電磁気・空振・火山ガス等の多項目の観測を実施しデータを取得する。加えて、噴火が発生している桜島を中心に空振計アレー、空中電界変動計、可視・赤外カメラを設置する。噴火発生前後に現れる観測データの特徴を把握し、噴火発生検知のアルゴリズムを構築する。また、周辺の定常観測点の地震・地盤変動データも活用し、火道・マグマ溜まり内と噴煙過程の関連性を調べ、噴火ダイナミクスの理解を得る。また、空中電界変動計による観測例は少ないため、前建議で設置した阿蘇山、霧島、浅間山で継続し、活動の活発化が見られた際は、できるだけ多項目の観測を展開する。浅間山、伊豆大島及び阿蘇において、超伝導重力計、絶対重力計、および相対重力計を用いた精密重力観測を行う。これにより、活動的な火山における重力観測技術を向上させるとともに、マグマの動きに関連した信号をとらえることを目指す。特に感度の高い重力計である超伝導重力計を用いた観測を浅間山で初めて実施し、かつてない高精度での密度変化のモニタリングを試み、火山活動にかかわる地下の物質移動機構の解明に資するデータを取得する。霧島火山では、2008年以降の噴火活動の準備過程を明らかにするため、1980年代から2011までの地震データを整理し、1991年、1992年に新燃岳で発生した微噴火の前から現在の噴火活動に至るまでの地震活動の特徴を明らかにする。

２．火山活動評価のための解析高度化

火山浅部で起きる火山構造性地震や低周波地震などの活動様式を機械学習などの手法をもとにリアルタイムで把握するとともに、詳細な活動特性を通して現象の発生メカニズムの解明やマグマ供給過

程などの噴火現象につながる過程との関連性についての理解を深めていく。霧島、浅間山、伊豆大島、富士山などを対象領域として、火口近傍の高密度観測で取得されたデータを活用し、高精度な地震の検出及び震源決定、イベント分類を各火山で実施、活動特性の把握を行う。さらに群発地震活動ついて、地震活動様式や地殻変動データ等をもとに、マグマ性流体との関係などの発生メカニズムの理解を深める。火山深部での深部低周波地震についても、地震検出やメカニズム解推定を通して火山深部でのマグマ供給過程の解明につなげる。非噴火時から噴火や噴火未遂などの長期的な火山活動の推移を、ノイズに隠れた微弱な連続振動を抽出するSeismic Background Level (SBL)の解析や、地震・空振統合解析手法を発展させ、噴火発生の検知や推移の把握、噴火機構解明に役立てる。

３．衛星データ解析手法の高度化

これまで開発・運用を行ってきたアジア太平洋域のリアルタイム火山観測システム（RealVOLC）の運用を継続しつつ、観測機能の拡張と観測結果を用いた噴火発生機構の解明とモデル化を行い、防災への応用を検討する。観測機能の拡張として、1) AHIの赤外画像を用いた火山灰・火山ガス（二酸化硫黄）の解析システムの開発、2) 国外機関が運用する衛星（Sentinel-5P/TROPOMI、GEO-KOMPSAT-2B/GEMS等）による二酸化硫黄放出量の解析システムの構築、3) SGLI等を用いた海域火山の変色水モニタリングシステムの開発等を実施する。さらにひまわり9号が2029年度に設計寿命を迎えることから、後継機のデータを用いたモニタリングが継続できるよう、現行システムの改良を実施する。上記の運用で得られる観測結果（熱異常、火山灰噴出量、二酸化硫黄放出量等）を用いて高時間分解能を持つ時系列データを提供し、商用衛星等で観測される高分解能画像（地上分解能1m以下）や他の観測項目と合わせて、噴火推移の詳細な把握を行う。特に、溶岩ドーム形成やブルカノ式噴火、プリニー式噴火などの熱異常や火山灰・火山ガス放出量が顕著なイベントに対し、噴火推移の詳細な復元と各種観測量による定量的なモデル化を行い、噴火発生機構の解明を目指す。一方TROPOMIなどの人工衛星データの活用には、大規模な噴火を継続しているときは定量が可能であるが、活動度が低下し噴煙規模が下がってきたとき、どのような活動レベルまで推定できるのかが明確になっていない。これは、TROPOMIの解析による定量値が、二酸化硫黄量だけでなく、噴煙の高度、表面（海面）の状況、大気エアロゾルの分布や雲の状況に大きく左右されるためである。このため、TROPOMIデータの海域火山における非噴火時の二酸化硫黄放出の定量性を把握するため、TROPOMIデータ検証や実測データとの比較が不可欠である。現行建議で確立された定期フェリーを用いた海上からの紫外分光測定による火山ガス(二酸化硫黄)放出率のモニタリングネットワークによる南西諸島の離島火山の海上からの実測測定データとTROPOMIデータを比較し、海面状況や気象条件などの様々なパラメータを検討することで、二酸化硫黄検出の特性を明確にし、定量性を検証する。

４．新たな観測手法の開発

火口近傍はSNが高く良質なデータが得られるが、観測の実施は容易ではない。火口近傍観測に適した観測装置の開発や、飛行体の活用など観測に必要な様々な技術開発も進める必要がある。そのため、ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進め、空中磁気測量等をさらに進める。噴火活動が近いことが予測される伊豆大島や三宅島などでマグマ上昇に伴う熱消磁を捉えるための測定を行う。霧島新燃岳では、前回噴火後の冷却過程を捉えるとともに、将来起こりうる噴火活動に備えて磁場変化を測定する。火山活動に伴って山体から放出されるラドン・トロン濃度の時間変化を安定して観測するため、アルファ線スペクトル法による土壌ラドン・トロン濃度の超小型観測装置を開発し、山体に面的に設置して観測を行い火山活動のモニタリングを行うことを試み、火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。伊豆大島・阿蘇山・桜島などで実証観測を行い、火山活動とラドン・トロン濃度比の時間変化を比較する。

５．モデル実験

多項目観測データから背景にある物理・化学過程の理解を進めるための室内実験を実施し、現有の火山噴火模擬実験システムを運用改良し、噴火推移や振動メカニズムを明らかにする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。長野県松代に設置されている2台の超伝導重力計の１台（小型のiGravタイプ）を浅間火山観測所に移設し，連続観測を実施する。松代における超伝導重力計観測も連動させ、可搬型相対重力計による結合や、ローカルな気圧観測アレイの構築などにより、観測精度のさらなる向上を図る。超伝導重力計の検定するために、1年に2回程度（1回あた

り3日程度）の頻度で、同観測所において絶対重力計による測定を行う。さらにスーパーハイブリッド重力測定を2回程度の頻度で実施する。霧島観測所において1980年～1994年の紙記録として残っている読み取り値と震源データをディジタル化する。また1994年～1999年のWINシステムにより磁気テープに収録された連続データを読み出し、トリガー処理・震源決定を行う。

各火山での観測データを整備するとともに、火山性地震検出や異常現象検出のための機械学習手法の開発検討を進める。

衛星データ解析による火山灰・火山ガスのモニタリングシステムの試作を進める。過去のフェリーデータを再度点検し、必要があれば再解析を行う。その後、TROPOMIデータと詳細に比較検討し、どのような条件であれば、TROPOMIデータで二酸化硫黄が検出されるのか、海域火山におけるTROPOMIの二酸化硫黄検出特性を明確にする。また同様な作業を新規のフェリーデータにも行う。この際、衛星「ひまわり」の可視画像や赤外画像と合わせつつ検証していく予定である。

ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進める。1秒サンプリングで7200秒までのスペクトル変化を記録することでラドン濃度とトロン濃度の時間変化と放出率を同時に求めることができる装置を製作する。

令和7～8年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。超伝導重力計観測を継続させるとともに、検定のための絶対重力計による測定、スーパーハイブリット重力測定を実施する。霧島火山での個々の地震イベントとモニター紙記録の波形を紐付し、可能の限り波形の分類を行う。前年度に得られた読み取りデータを用いて精密相対震源決定法による震源再決定を行い、他の観測データ（主に地殻変動）と比較検討しながら、霧島火山群の噴火準備過程の考察を行う。

火山性地震検出や異常現象検出のための機械学習アルゴリズムの開発検討を進めるとともに、浅間山、霧島、伊豆大島などを対象に火山性地震検出を実施、群発地震や深部低周波地震の活動特性の検証も進める。各火山におけるSBLと火山活動との関係についても検証を進める。

試作した火山灰・火山ガスモニタリングシステムの評価によるシステムの改善と、変色水モニタリングシステムの試作・改善・実装を進める。過去のフェリーデータの再度点検、再解析を行うとともに、令和8年度はTROPOMIデータとフェリー観測データで独立に活動評価を行い、TROPOMIの活動把握の能力を検証する。

ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進めるとともに、令和7年度に霧島で、令和8年度に霧島または口永良部島でマグマ上昇に伴う熱消磁を捉えるための測定を行う。土壌ラドン・トロン濃度測定装置機能の実証実験を行うため、装置を火山山体に面的に設置する。令和8年度以降は、各火山の活動にともなって観測値がどのように変化するかを評価し、この観測法が火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。

令和9～10年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。超伝導重力計観測を継続させるとともに、検定のための絶対重力計による測定、スーパーハイブリット重力測定を実施する。

火山性地震活動様式やSBL変動と火山活動との関係やその発生原因検証を進めるとともに、開発された手法による自動での火山性地震モニタリングや火山異常検出などの実装につなげる。

衛星データ解析システムの評価・改善を行い、さらに顕著なイベントのあった火山での観測結果にもとづく、噴火推移把握のためのパラメータの抽出・評価を行う。それまでに得られた海域火山でのTROPOMIの二酸化硫黄検出特性の知見を元に、他の海域火山の活動時にどのような活動把握が可能になるか明らかにしていく。

令和10年度に伊豆大島または三宅島でドローン観測を実施し、解析・とりまとめの実施、必要に応じて補充観測を行う。ラドン・トロン濃度観測を継続し、各火山の活動にともなって観測値がどのように変化するかを評価し、この観測法が火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。

また、各年度において多項目観測で観測された現象の物理過程の理解をするための室内実験、モデリングを実施し、背景にある物理・化学過程の理解を進める。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本研究課題では、新たな観測項目開発を含む多項目観測の実施、解析手法の高度化及び噴火物理過程理解を通して、火山活動予測の高度化を目指している。それを踏まえて実施している、「火口近傍での多項目観測」、「火山活動評価のための解析高度化」、「衛星データ解析手法の高度化」、「新たな観測手法の開発」、「モデル実験」の5つの項目について、今年度は下記の成果が得られた。

１．火口近傍での多項目観測

2025年に活発化した新燃岳の近傍の東京大学地震研究所霧島火山観測点の空中電界変動観測を霧島山、浅間山で継続した。2025年に活発化した霧島山の噴火活動に伴う、空中電界変動データを調べた（図1）。8月10日の噴火では、桜島の爆発的噴火と類似の、顕著な空中電界変動が地震動や空振と同時に発現した。しかしながら、そのほかの多くは、地震動や空振は観測されるものの、噴火に伴う空中電解変動は観測されなかった。

東大地震研・浅間火山観測所において、小型超伝導重力計iGravによる精密重力観測を継続した。装置のノイズレベルが高い状態が続いており、引き続き調整を行なっている。長期的なトレンドについては実用になるレベルの品質が保たれており、観測開始から1年が経過して季節的な重力変化が明瞭に現れてきた（図2）。この変化の原因は陸水変動の影響だと考えられ、その補正を目的として、観測点近傍の沢において浅井戸による地下水位の観測を開始した。超伝導重力計の器械的なドリフトの検定を目的とした絶対重力測定の第1回目を実施した。

霧島火山観測所に紙記録として残っている地震の読み取り値と震源データのディジタル化を進めた。1991年1月～1992年12月（1991年～92年噴火を含む）の読み取り値と震源データをOCRでディジタル化したテキストデータの変換間違いを訂正し、データを完成させた。また、1990年1月～1990年12月分の読み取り値と震源データの紙記録を画像化した。これらは、現在のOCRの技術ではディジタル化に伴う誤変換が多数出るため、将来の読み取り技術向上に期待して、変換の前段階である画像化にとどめた。一方、これらの地震記録に対応するモニター紙記録が存在するものの、タイムコードの仕様が不明であったが、上記震源データと波形を紐付けするため、タイムコードを解読し、対比を可能にした。

その他、浅間山、霧島、伊豆大島などを対象とし、地震・GNSS・傾斜・重力・電磁気・空振・火山ガス等の多項目の観測を継続しデータの取得を行った。

２．火山活動評価のための解析高度化

霧島火山新燃岳2025年噴火において、東京大学地震研究所と気象庁が運用する地震計と空振計データの解析を統合し、噴火の推移の把握と予測を行った。連続微動の震源を、新燃岳山頂に近い8～9観測点（地震研・気象庁）の振幅を用いて推定した結果（図3）、噴火前に海抜下から地表付近に向けて複数回の移動が見られた。また、空振解析から、噴出孔の時空間的推移を把握した。霧島火山新燃岳2025年噴火に関連した比較的長期間（2024年1月～2025年9月）の火山性地震活動の推移と活動様式を明らかにした。東京大学地震研究所、九州大学、気象庁、防災科学技術研究所の定常観測点で取得された地震波形データを用いて、PhaseNet (Zhu and Beroza, 2019) のアーキテクチャを基に、Kim et al. (2023) により火山性地震波形で訓練されたモデルを適用し、地震波形検測を実施した後、Double–difference法　(Waldhauser and Ellsworth, 2000) により相対震源決定を行った。さらにマッチドフィルター法によるイベント検出を合わせて実施し、約30,000イベントの地震の震源位置を求めた。新燃岳直下の地震活動は、2024年9月頃から微小地震の発生レートが増加し、その後は数週間周期でバースト的に活動が活発化する特徴を示した（図4）。低周波地震のVT地震に対する割合は、傾斜変動や火山性微動が観測された2025年3月下旬に急増し、同時期にわずかなb値の増加がみられた。またノイズに隠れた微弱な連続振動であるSeismic Background Level (SBL)もこの時期から少しずつ上昇傾向にあり、６月22日の噴火にやや先行してb値やLF地震の増加がみられ後、噴火に至りその後b値が急増したが、8月頃からb値及びSBLがともに減少傾向になったことが明らかになった。新燃岳および桜島を対象とし、ブルカの式の爆発に伴う衛星熱異常の強度と、空振波形を比較する解析に着手した。また、伊豆大島において定常観測点の常時微動ノイズから地震波干渉法により過去20年近くの地震波速度構造の時間変化をもとめ、火口下深さ5km付近の圧力源の変動にともなう速度構造の時間変化の検出に成功した。

SBLの解析をカムチャッカの火山に対して実施し、衛星および現地の観測情報と比較した。2022～2023年には、Bezymianny、 Klyuchevskoy、 Shiveluch の3つの火山で同時期に噴火活動があった。限られた観測点配置ではあるが、Klyuchevskoy 火山では噴火数か月前のSBLの増加が見

られ、約10km離れたBezymiannyの活動と分離することができた。一方で、Bezymiannyとの活動とShiveluchでは、期待していたものと異なるSBLの変化が見られた。今後も事例を増やし、SBLの変化と噴火活動の関係の特徴とメカニズムを明らかにする必要がある。

３．衛星データ解析手法の高度化

RealVOLCの運用を継続し、火山活動モニタリングを実施した。霧島新燃岳2018年噴火の熱異常について、ひまわり8号の2.5分間隔の高頻度データを解析することにより、溶岩噴出期とブルカノ式噴火期において、噴火に対応する明瞭な熱異常を検知した。ベズィミアニィ火山2019年噴火との比較により、霧島新燃岳2018年噴火では溶岩による火道浅部の閉塞がブルカノ式噴火を支配していたことを明らかにした。火山本部の重点評価火山について、2020–2024年の長期熱異常をひまわり8/9号とGCOM-Cを用いて評価した。特に、諏訪之瀬島や桜島では異なる特徴的な熱異常変化のパターンが見られ（諏訪之瀬島：短期間のパルス的な熱異常が頻繁に発生、桜島：熱異常が1–6か月間持続する活発期が繰り返し発生）、火山ごとに異なる活動特性をもつことが示唆された。火山ガス放出率の自動解析プログラムを試作し、ヤスール火山の2023年のTROPOMIデータについて放出率を試算した。桜島・諏訪之瀬島の2025年の火山ガス放出率をTROPOMIデータから解析した。

南西諸島の海域離島火山のフェリーによる二酸化硫黄放出率測定の維持するとともに、気象庁へのデータ共有を継続した。2025年の諏訪之瀬島のフェリー観測とTROPOMIの二酸化硫黄放出率を比較したところ、細かい差異があるものの、年間を通じた強弱の変動パターンは、2つの測定法で高い整合性を示した。

４．新たな観測手法の開発

土壌埋設型自律ラドンカウンタを完成させ、伊豆大島にある地殻化学実験施設大島観測点において、山体放出ラドン観測を開始した。製作したラドン計は設計通りの性能を発揮したことを確認した。観測自体は問題ないが、地殻化学実験施設大島観測点は山体放出ラドンの観測場所としては不適切で、B2火口周辺や火口西展望台南の噴気地帯など、火口に近いエリアに観測装置を埋設することが必要であることがわかった。

2025年新燃岳噴火に対し、6月と11月にドローンによる空撮・熱赤外・LiDAR地形計測を実施した。また、11月に無人ヘリによる空中磁気測量を実施した。6月時には240℃を超える熱異常があらたに出現した火口で観測されていたが、11月時には最高でも40℃程度と熱活動はほとんど消失していた。地形計測による6月から11月までの地形変化をあらたな火口周辺で検出できたが、それ以外のカルデラフロアでは2011年噴火後に観測されていたような長波長の変化はみられなかった。空中磁気測量では前回2021年に実施した観測から引き続き冷却帯磁傾向がやや観測されたが、2017-18年噴火後にみられた帯磁傾向の加速はみられなかった。これらの観測結果から、今回の噴火ではマグマの関与がほとんどない、あるいは、非常にマイナーな事象であったことが示唆された。

５．モデル実験

マグマ溜まりと火道を模した水槽とパイプからなる装置を用いて、ストロンボリ式噴火の発生源と考えられているスラグ流の実験を行った。パイプ内を流動するガススラグと水の、圧力バランスと質量保存を考えたモデルを構築し、実験データを定量的に説明できることを示した。このモデルをストロンボリ火山に適用した。火道が閉塞状態の場合、スラグ流がマグマ溜まりから火道に入ることで、火口直下のガス相が高圧になる。この増圧により火道の蓋が破壊され噴火が発生すると考えると、スラグ流がマグマ最上部まで到達して噴火するとしたモデルでは説明できなかった、観測される噴火までの時間が説明できることが分かった。

爆発的火山噴火によるシングルフォース地震発生のモデルを改良するための、噴出実験を行った。異なるノズル形状やノズル径を用いて実験を行い、水噴出については、噴出反力1.5Qv (Q:質量流量、v:噴出速度）となることを示した。実験で得られたシングルフォースの時間変化と、地震波伝播のグリーン関数を用いて、対応する地震波形を計算し、2022年に発生したトンガの海底火山大爆発の際の観測波形と比較した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

高感度な超伝導重力計を用いた連続観測を実施することにより、活動的火山の地下で起きる微小な

密度変化を、重力変化の信号の形でとらえることができる可能性がある。今後蓄積されるデータを解析することにより、浅間火山の静穏時における重力変化を特徴づける基礎データが得られると期待される。空中電界変動観測と合わせて、「6(1)イ.観測・解析技術の開発」に貢献し、また蓄積されたデータは、「1(4) 噴火機構の解明とモデル化」に対して観測からの制約を与えることが期待される。SBL解析による結果は、これまで検出できていなかったゆっくりとしたマグマの上昇による浅部への熱供給を反映していると考えられ、その事例研究を重ねることにより、「1(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化」「2(3)火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行」へとつながる。2025年霧島新燃岳噴火に関連した微動・空振源の時空間変化の解析、及び長期的な火山性地震活動の時系列に関する研究は、「1(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化」及び「2(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行」に大きな寄与を果たしている。これまで蓄積したフェリーによる南西諸島海域離島火山の二酸化硫黄フラックスデータは、これらの火山の活動機構の解明や評価に資する基礎データとなり、衛星データによる火山活動モニタリングの高度化も含めて、建議項目「1(4) 噴火機構の解明とモデル化」及び「2(3)火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）」の目標に不可欠であるとともに、火山活動評価の高度化を通して「災害の軽減に貢献する」内容となっている。特に地上（海上）測定と衛星測定のクロスバリデーション（相互検証）は将来的な活動評価の高度化と火山監視において極めて重要な役割を果たすと期待される。ラドン観測の最終目標は、火山山体において複数点のラドン同位体比の連続測定を行うことによって火山の活動推移を評価することである。計測装置を開発ができ、今後観測を継続しかつ発展していくことで、「1(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化」に貢献できると考えられる。スラグ流及びシングルフォースに関するモデル実験は、「1(4) 噴火機構のモデル化」及び「5(5) 大規模火山噴火」の研究に貢献する。
以上、本研究課題は、多項目観測の拡充、火山活活動評価及び衛星データ解析の高度化、観測手法開発、モデル実験をとおして、噴火機構解明とモデル化、火山活動推移の定量的評価、手法開発につながるものであり、今後研究課題を推進していくことで火山活動予測の高度化につながることが期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

及川　純・田島靖久，2026, 火山性地震発生の特徴と地殻変動から推定した霧島火山新燃岳の 2008年～2011年噴火の準備過程と噴火過程，防災科学技術研究所研究報告, 査読無, 謝辞無

Okuma, S., Nakatsuka, T., Miyakawa, A., Makino, M., Komori, S., Koyama, T., Kaneko, T., Ohminato, T., Yasuda, A., Honda, Y., Oshida, A., 2025), Drone magnetic surveys for active volcanoes: a case study of Izu-Oshima volcano, Japan, Exploration Geophysics, 56, 5, 56 - 70. https://doi.org/10.63929/08123985.2025.56.04, 査読有, 謝辞無

Kaneko, T., Ichihara, M., Yasuda, A. et al., 2026, Characterizing thermal transitions of the 2018 Shinmoe-dake eruption in Japan using Himawari-8 high-frequency infrared imagery and seismic data. Earth Planets Space 78, 15, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02335-1, 査読有, 謝辞有

Kanda, W., Koyama, T., Matsunaga, Y., 2025, Geomagnetic Observations at Kusatsu-Shirane Volcano. In: Ohba, T., Terada, A. (eds) Kusatsu-Shirane Volcano. Active Volcanoes of the World. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-031-86137-6_10, 査読有, 謝辞無

Nanjo, K. Z., Y. Yukutake, T. Kumazawa, 2025, Changes in seismicity in a volcanically active region of the Izu Peninsula, Japan, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 465, 10.1016/j.jvolgeores.2025.1, 査読有, 謝辞無

Suzuki, Y, Yukutake Y., Ohminato T, Yamasaki M., Kim A., 2025, Automated Classification of Volcanic Earthquakes Using Transformer Encoders: Insights into Data Quality and Model Interpretability, SRL, doi: https://doi.org/10.1785/0220240494, 査読有, 謝辞無

Yukutake, Y., Taira, T., Onizawa, S., & Morita, Y., 2025, Decadal monitoring of seismic velocity changes beneath Izu-Oshima, central Japan, using ambient seismic noise records. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2025JB031170. https://doi.org/10.1029/2025JB031170., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Galina, N., Tsuge, A., Tada, R., Nishida, K., and Ichihara, 2025, M., Study of the explosive eruption jets with the experimental and theoretical approaches. The IAVCEI Scientific Assembly 2025.

Galina, N., Ichihara, M., Kaneko, T., Droznin, D.V., et al., 2025, Exploring the eruption sequence of the Klyuchevskoy volcano group and Shiveluch volcano (Kamchatka) in 2022-2023 with the seismic background level (SBL) technique, JpGU 2025

ガリナ・市原・西田・金子・Drozin（他2名）, 2025, 2022～2023年のクリュチェフスコイ火山群・シヴェルチ火山の地震背景レベル. 2025年日本火山学会秋季大

市原・ガリナ・柘植・（他3名）, 2025, Single Force Measurements Using Water and Air Jets from a PET Bottle, JpGU 2025

今西祐一・池田博・風間卓仁・本多亮・辻浩・西山竜一・山本圭吾・名和一成，2025, 浅間山における超伝導重力計観測，JpGU 2025

金子隆之・市原美恵・森田雅明・安田敦, 2025, ひまわり8/9号・GCOM-C衛星による重点火山の熱異常長期観測（2020–2024年）, JpGU 2025, SVC32-P33

金子隆之・安田敦, 2025, ひまわり・GCCOM-Cと高分解能衛星赤外画像による火山観測, 日本火山学会2025年度秋季大会, P116

風早竜之介・森　俊哉・篠原宏志・ 小山崇夫・金子隆之・渡邉篤志、2025, 新燃岳でのドローンによる火山ガス観測、火山学会2025年度秋季大会

Morita, M., T. Mori and T. Kaneko, 2025, Monitoring of sulfur dioxide flux during the recent eruptions at Fukutoku-Oka-no-Ba and Nishinoshima volcanoes, Japan, IAVCEI Scientific Assembly 2025

谷澤歩武・西村太志、2025、ストロンボリ式噴火の室内実験と火道内圧力変動のモデル化、日本火山学会2025年度秋季大会

角森史昭・川端訓代・北村有迅, 2025, 土壌埋設型ラドン同位体比連続測定装置の開発, JpGU2025

行竹洋平・大湊隆雄、2025、2025年新燃岳噴火過程に関連した火山性地震活動の推移、2025年日本火山学会秋季大会

行竹 洋平・長岡 優・大湊 隆雄・松本 聡・大倉 敬、2025、3次元地震波速度構造に基づく霧島火山のマグマ供給過程、JpGU 2025

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：火山：地球化学：噴気ガス・土壌ガス
概要：火山活動にともなう山体放出ラドンの同位体比の変化をモニターする
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：東京都伊豆大島三原山
調査・観測期間：2026/1/12
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：ソフトウエア開発（解析）

概要：土壌埋設型自律ラドンカウンタを自律制御する。設定された時刻にスリープから起動し、設定されたシーケンスに基づいて測定を行う。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：ソフトウエア開発（解析）
概要：制御プログラムRadonCounterと通信してラドンカウンタをPCで制御する。装置が起動したときの設定やシーケンス・スケジュールの設定を行う。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

浅間火山観測所において、超伝導重力計による観測を継続する。絶対重力測定を実施し、超伝導重力計の器械的なドリフトを検定する。浅井戸の地下水位データを用いて、陸水変動による重力の季節変化のモデリングを行う。引き続き空中電解変動観測を浅間山や霧島山で継続し、噴火の発生との関連性を調べる。Seismic Background Level (SBL) の解析結果を論文及び学会にて発表するとともに、新たな火山についても解析を進める。また、霧島火山の活動について、2025年新燃岳噴火の推移と、それに続く西域の熱水活動を、地震及び空振データの解析を基軸としつつ、他の多項目の結果も含めて明らかにする。火山性地震検出や異常現象検出のための機械学習アルゴリズムの開発検討を進めるとともに火山性地震検出を実施、群発地震や深部低周波地震の活動特性の検証も進める。RealVOLCの運用およびシステムの改修を実施する。過去の熱異常データについて、他の観測項目と合わせて比較可能な火山を対象に精査を行う。TROPOMIデータの自動解析プログラムを修正し、自動解析の実装を行う。自動解析プログラムにより、複数火山で過去からの火山ガス放出率データを解析する。海域離島火山での二酸化硫黄放出率観測を継続する。諏訪之瀬島の過去のデータでも今年度と同様に海上観測と衛星観測データの比較をおこなう。また、薩摩硫黄島と口永良部島に関しても同様の比較をおこないクロスバリデーションを進めていく。土壌放出ラドン同位体比の観測をカルデラ内において継続するとともにCO2濃度またはフラックスを測定できるように装置を拡張する。これにより、火山活動と土壌放出ラドン同位体比の相関を調べる。また、伊豆大島三原山以外の火山でも観測を試みる。岩手山にて無人ヘリ空中磁気測量を実施する。大地獄谷周辺の地熱異常域を中心にカルデラ地下熱異常分布を調査し、将来的な活動予測に資する地下構造情報を取得する。ジェット噴出の震源モデルを構築するためのモデル実験を進める。スラグ流室内実験をもとにストロンボリ式噴火の発生機構に関する考察を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

市原　美恵（東京大学地震研究所）, 今西　祐一（東京大学地震研究所）, 及川　純（東京大学地震研究所）, 大湊　隆雄（東京大学地震研究所）, 金子　隆之（東京大学地震研究所）, 小山　崇夫（東京大学地震研究所）, 森田　雅明（東京大学地震研究所）, 行竹　洋平（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
角森　史昭（東京大学大学院理学系研究科）, 名和　一成（産業技術総合研究所）, 西村　太志（東北大学大学院理学研究科）, 森　俊哉（東京大学大学院理学系研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：行竹洋平
所属：東京大学地震研究所

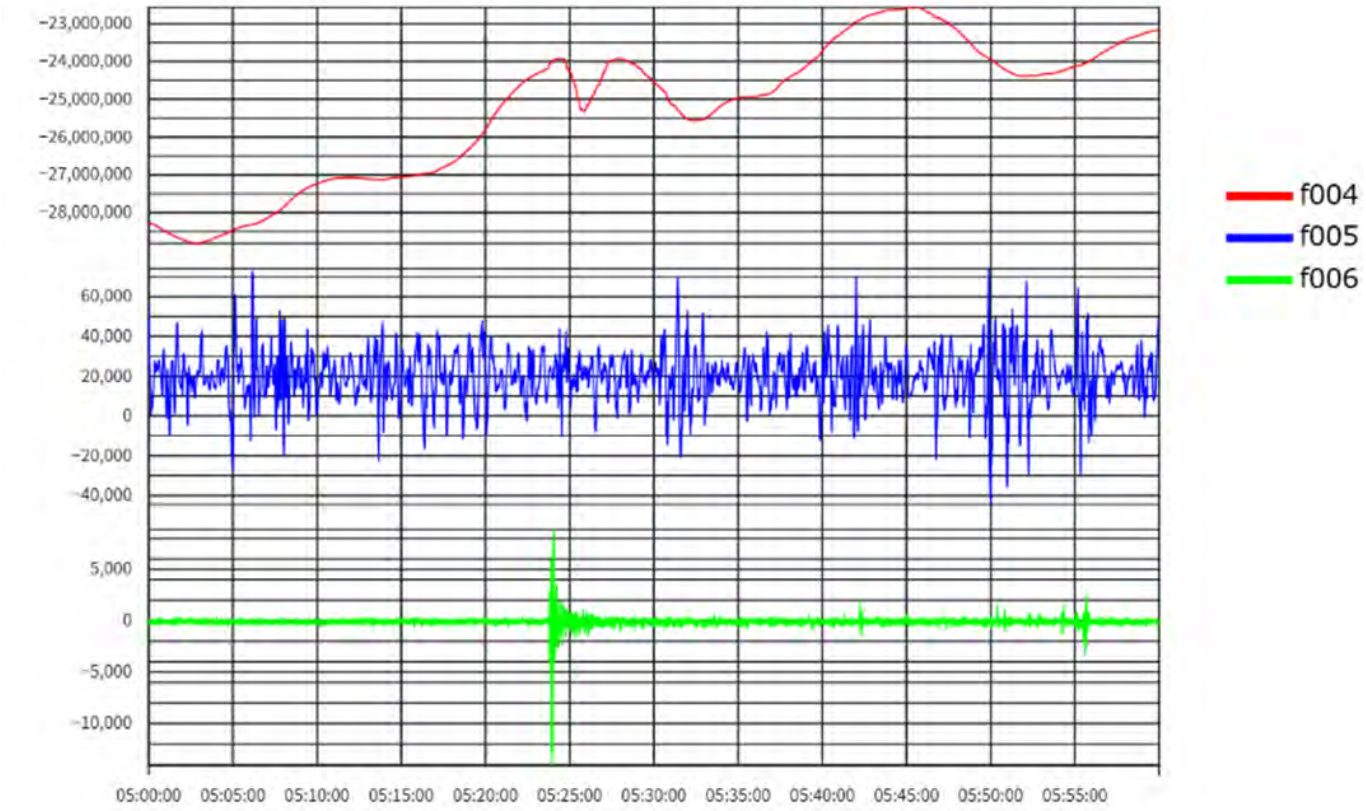


図1　2025年8月10日霧島山の噴火時の記録。（赤）空中電界変動、（青）空振波形、（緑）地震波形。05:25分頃に逆三角形状の波形をした空中電界変動が認められる。

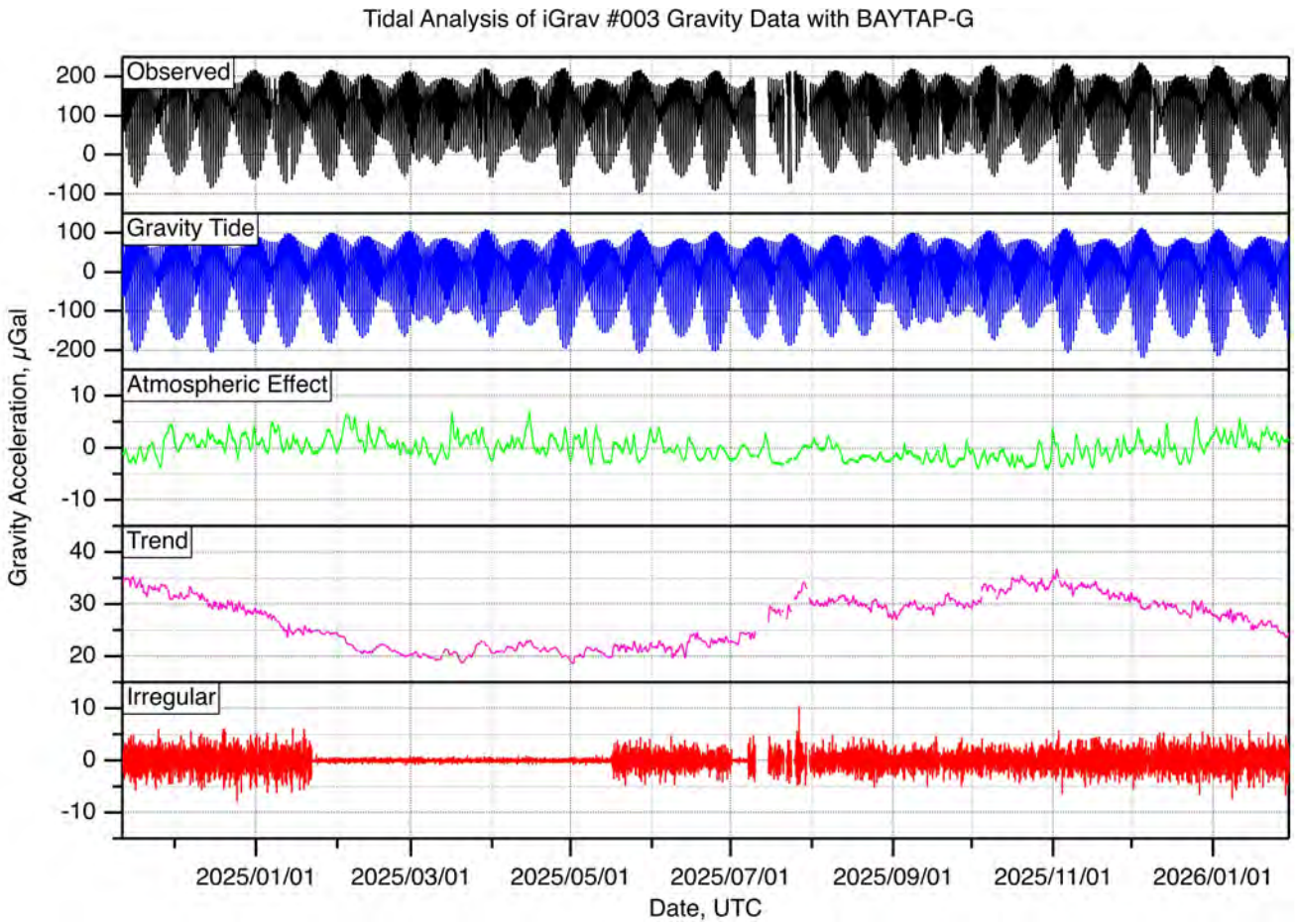


図2 浅間観測所における超伝導重力計の観測データを、潮汐解析にかけた結果。上から順に、観測データ、潮汐成分、大気の影響、トレンド成分、イレギュラー成分。重力計のドリフト、長周期潮汐、極運動効果の補正はされていない。2025年7月には落雷の影響によりデータに欠測および乱れがある。イレギュラー成分の振幅が時期により変動しているのは、重力計のノイズレベルが変動しているためである。トレンド成分には約15マイクロガル（p-p）の季節的な変動が見られ、これがこの地点における平常時の重力変化の特徴だと考えられる。

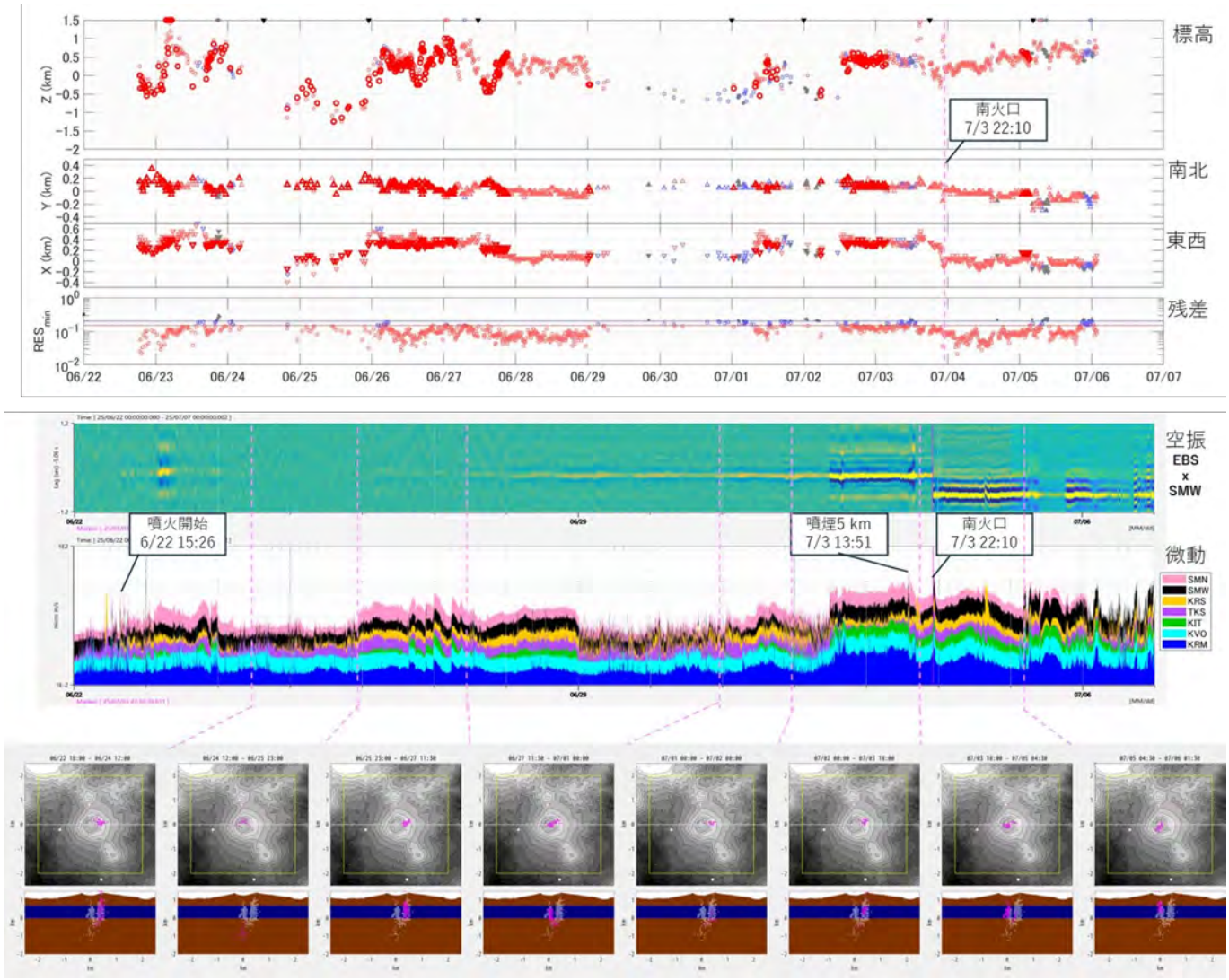


図3 霧島火山新燃岳2025年噴火における微動の震源決定結果。上から、震源推定結果の標高（海抜）、新燃岳火口中心からの南北距離、東西距離、推定残差、相関法による空振検出結果、地震振幅の推移、震源推定結果を地図に落としたもの。上の図で、赤は残差が少なくよく決まっているもの、青はやや残差の大きいもの、灰色は採択しなかったもの。濃い赤は、SMEを含む9点で推定、それ以外は、欠測の多いSME観測点を除いて推定したもの。

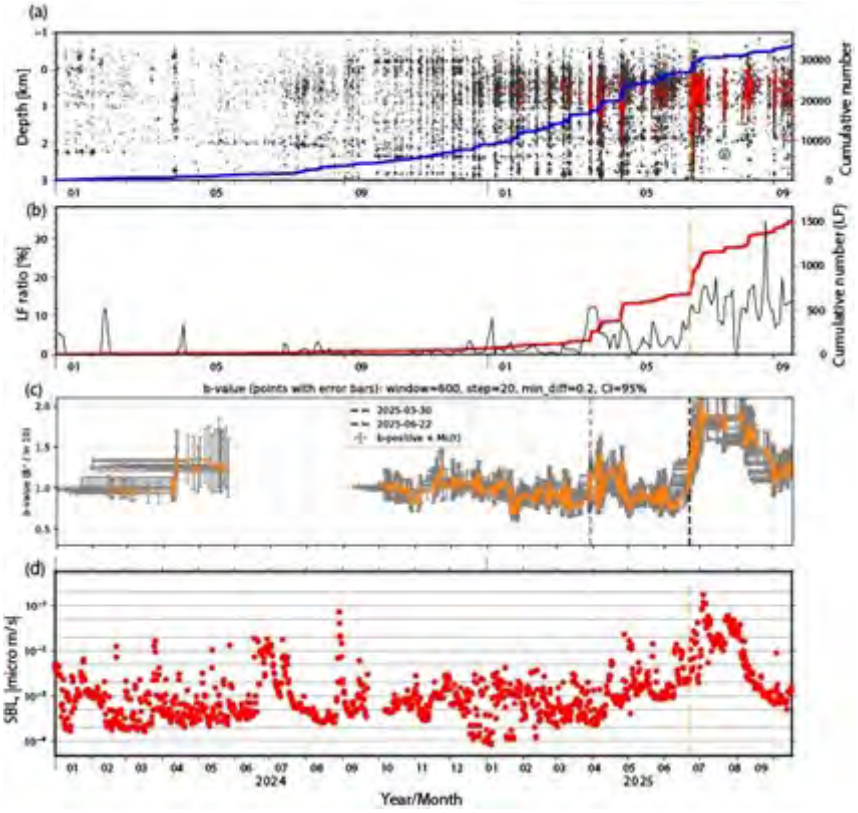


図4 霧島火山の火山性地震活動の時系列。(a)震源深さ-時間分布と積算曲線（青線）。赤丸は低周波地震を示す。(b)低周波地震の積算曲線（赤線）と構造性地震との割合（黒線）。b値の時間変化。(d)新燃岳西観測点におけるSBLの時間変化。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_05

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海陸プレート境界における海域観測によるプレート間滑りの把握と多様なプレート間すべりのモデル構築

（英文）Diversity of slip between plates by marine observation in the plate boundary regions and modelling of slip between plate boundaries

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

近年の観測より、沈み込み帯では多様な滑り現象が発生していることが明らかとなっており、スロー地震を含む地震活動、スロースリップに代表される地殻変動などの地殻活動の詳細を現在最先端の海底観測技術をもちいた長期のモニタリングを用いて明らかにする。観測の実施対象域は、地震発生サイクルにおいて、様々な状態に位置していると考えられる沈み込み帯とする。日本海溝南部は、巨大地震である東北沖地震の震源域に属していると考え、伊豆小笠原海溝北部は東北沖地震震源域に隣接する地域である。一方、相模トラフでは、1923年の関東地震が発生しており、その後海溝型の巨大地震は発生していない。南海トラフ東部から中部は、巨大地震の発生が予想されている領域である。このような沈み込み帯において、海底観測測器を用いた長期モニタリングを実施し、プレート境界の状態を把握する。一方、海底から得られた試料を用いて沈み込み帯浅部条件の摩擦実験を行うことにより、多様なすべり現象の条件・要因を明らかにする。得られた観測結果と実験結果を併せて、多様なプレート間すべりをモデル化する。本課題の５か年の到達目標は、プレート境界の状態の把握および多様なすべり現象の条件・要因の解明であり、これらから多様なプレート間すべりをモデル化することである。本課題は、沈み込みプレート境界における地震発生機構に関する理解を進めるために必要不可欠であり、さらに、将来的には地震サイクルのモデル化により、大地震発生の長期予測の信頼性を高めることに資することをめざす。さらに、起こりうる地震の最大規模、プレート運動による歪み

の蓄積量などを推定し、さらに他の沈み込み帯と比較することにより、沈み込み帯における巨大地震の発生の理解をめざす。

（6）本課題の５か年計画の概要：

東北沖地震震源域南部にあたる日本海溝南部（福島県沖から千葉県沖）と伊豆小笠原海溝域北部において、自己浮上式長期観測型海底地震計（広帯域地震計を含む）による観測を実施する。観測期間は約2年弱とし、その設置と回収を隔年で繰り返し行うことにより、約5年間の観測を実施する。日本海溝南部では、海底ケーブル式日本海溝地震・津波観測網(S-net)とも連携して、なるべく広域かつ高密度な観測が行えるように配慮する。2011年東北沖地震発生後に発生するプレート境界ならびに太平洋プレート内で発生する多様なすべり現象の規模および頻度の時空間的な分布を明らかにする。伊豆小笠原海溝域北部では、これまでに准モニタリング的な観測が実施されたことがあまりないため、まずは地震発生帯である浅部プレート境界の形状と構造，地震発生の様式とその深さ変化，地震発震機構解の決定，さらには，広帯域観測による様々なスロー地震の検出を目的とする。

房総半島沖相模トラフにおいてはスロースリップが発生することが知られており、自己浮上式海底精密水圧計による観測を引き続き、実施する。水圧計による観測では、観測期間を長期化することによる安定な観測の実施により、スロースリップなどの大規模なすべりイベントの時空間発展の推定を行う。加えて、GNSS/A海底地殻変動観測を実施して、上下変動だけではなく、水平変動も把握し、すべりイベントの時空間発展の推定精度の向上を図る。さらに、S-netと自己浮上式海底地震計の組み合わせによる高密度観測をおこない、スロースリップ前後の地震波速度構造変化の検出を試みる。同様に南海トラフ東部においても、同様の目的で、海底ケーブル観測システム(DONET)と自己浮上式海底地震計の組み合わせによる高密度海底地震観測を行う。

実験・モデル研究では、これまでに深海掘削により得られた試料を用いて沈み込み帯浅部条件の摩擦実験を行い、沈み込み帯浅部の多様なすべり現象の条件や要因を明らかにし、そのモデル化を行ってきた。今後は沈み込み帯浅部条件に加えて深部条件の摩擦実験も行って地震発生域周辺のプレート境界の挙動を明らかにすると共に、観測により得られた知見と併せて、日本海溝、相模トラフおよび南海トラフにおけるプレート境界断層の多様なすべりを明らかにするモデルの高度化を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2011年東北地方太平洋沖地震の破壊の開始点から海溝軸に至る大すべり領域におけるプレート境界での固着回復過程の理解を目指して、自己浮上式海底地震計を用いた微小地震観測を実施した。周辺海域では、統合深海掘削計画により2024年度にプレート境界断層に至る掘削調査が行われたが、その掘削孔近傍に設置した2台の地震計（図1）を、新青丸KS-25-11次航海（共同利用航海）において回収した。また、2011年の本震発生直後に行われた余震観測を再現した19観測点による地震観測を実施するため、海洋研究開発機構・神戸大学との共同により、みらいMR-25-07航海において観測機材の設置を実施した。今年度設置した機材の回収は、2026年度に行われる予定である。

本年度はTHK_01課題、およびTKU_01課題と連携し、2012年より運用している既存のGNSS-A観測点5点（G13・G16–G18・G20）、および2024年に房総沖に設置した新規のGNSS-A観測点2点（G26–27）においてGNSS-Aキャンペーンデータを取得した（図2及び図3）。なお、新規観測点であるG27は昨年度時点で観測機器の一部が正しく設置されなかったため、 2025年6月に東京海洋大学練習船・神鷹丸を用いて観測機器の再設置を行なった。これらのデータは、2025年6月に東京海洋大学練習船・神鷹丸から投入されたWave Glider、2025年8–9月に実施した新青丸KS-25-11次航海、および2025年10月に実施した東京海洋大学練習船・汐路丸によって取得された。WaveGliderについては、最初の観測点（G27）でのキャンペーン観測の実施後に舵が故障したため、1観測点のみの実施となった。

日本海溝沿いにおいて、2012年より運用しているGNSS-A観測点（20点：G01–20）、2019・2020年頃より運用している観測点（2点：G24–25）について、設置以降の平均変位速度を求めた（図3）。宮城沖では2011年東北地方太平洋沖地震の粘弾性応答と固着の影響により、10 cm/yr程度の陸向きの変動が得られた。一方、その南北（岩手沖・福島–茨城沖）では、相対的に小さい変動が見られた。これは両地域で2011年東北地方太平洋沖地震発生後に余効すべりが生じていたためと考えられる。近年設置されたG24–25観測点は、5–7 cm/yr程度の西北西方向の変動を示しており、1968年十勝沖地震

域、ならびに2025年青森県東北沖地震域周辺での固着の影響を示していると考えられる。
2011年10月から約1年間および2013年10月から1年間の観測を行った東北沖地震の震源域北部における長期観測型海底地震計データから東北沖地震震源域北部における余震活動の時空間変化を明らかにした。また、東北沖地震発生以前にも同領域で実施した長期海底地震観測から東北沖地震発生前の地震活動と余震活動についても比較を行い、結果をまとめた。解析の結果、東北沖地震発生時に大きな滑ったプレート境界領域における余震活動は本震発生直後から2014年までは低調であり、本震発生後3年経ても地震を起こす応力が回復していないことが推定される。一方、プレート境界付近で発生する逆断層型の発震機構を持つ地震の割合は2011年から2012年の観測に比べ2023年から2014年までの観測が増えており、本震時に大きく滑った領域の周辺から応力状態変化が始まると解釈される(図4)。
房総半島沖において、自己浮上式海底圧力計（OBP）6台での観測を続けている。2025年度は、6月に東京海洋大学「神鷹丸」を用いて3台の回収、再設置を行った。房総沖スロースリップのOBPデータの解析を引き続き行った。昨年度までに開発した海洋モデルに対してマルチチャンネル特異スペクトル解析を用いて成分に分け、圧力計データと海洋モデルの相関がよい成分のみを用いて海洋モデルを再合成し、それを圧力計データから除去し、その後、季節変動等を表すパラメトリックモデルを当てはめ、スロースリップによる変動を抽出する方法を用いて、2024年2-3月に発生した房総沖スロースリップによる海底の上下変動を推定した。その結果、すべりの中心に近いと思われる観測点（KAP2）で若干の隆起（~5 mm）が認められた（図5）が、他の観測点では、ほぼ変動なしであった。これは、2018年のスロースリップによる上下変動（最大13 mm）より小さく、2024年のスロースリップはすべりが小さい可能性がある。
熊野灘で５－６年おきに繰り返し発生する大規模なスロー地震活動を観測し、その震源パラメタや発生域の地震波速度構造を精度よく求めるために、自己浮上型海底地震計の回収・再設置を行った。回収されたデータを用いてテクトニック微動の震源検出を試みた結果、2023年10月に観測点間の相関の高いシグナルが多数検出されたが、孀婦海山に由来するシグナルであることが分かった。次年度以降に回収するデータについても同様に微動検出を試みる予定であるが、遠地に由来するシグナルを効率よく除去するためのアルゴリズムを開発する必要がある。
沈み込み帯の深部スロー地震発生域におけるプレート境界断層帯の岩石力学的性質を明らかにするため、緑泥石–アクチノ閃石片岩（CAS）ガウジを用いた摩擦実験を実施した。実験は乾燥条件下で、温度300～600℃、封圧0.4～1.0 GPaの範囲で乾燥条件下で行った。その結果、CASの摩擦強度は封圧に対して正の依存性を示す一方、温度に対して負の依存性を示した。これらの特徴は、本実験条件下で摩擦と粘性変形が競合する準脆性的な変形挙動が卓越していたことを示唆する。また、摩擦強度から見かけの摩擦係数（μ）を算出したところ、μは0.4～0.5の範囲であった（図6）。
　大地震につながる海溝型地震はアスペリティの破壊によって起きると指摘されており、そのアスペリティの形成要因の一つとして考えられているのが海山の沈み込みである。そこで、美濃帯舟伏山ユニットで採取した海山由来の石灰岩を用いて、封圧150 MPa、間隙水圧100 MPa、温度20～350℃の条件で三軸摩擦実験を行い、沈み込んだ海山がアスペリティとしてふるまう性質を持つのかについて検討した。その結果、温度100～300℃の間では断層の安定性を示すパラメータ(a – b)値が負となり，200℃で最低値をとり，地震を引き起こすポテンシャルを持つことが明らかになった（図7）。
日本海溝において令和6年度に実施されたIODP Exp.405 JTRACKによって回収された、2011年の巨大地震における最大すべり域のプレート境界断層の掘削コアの解析を行った。その結果、プレート境界断層が水平距離100mの中で15mの高低差が確認された。加えて、プレート境界断層の上下ではP波速度および密度にコントラストが見られた。このような物理特性のコントラストのある所にすべりが局在化することで、空間的に凹凸のある断層においても大きなすべりが可能になることが明らかになった(図8)
また、日本海溝のような冷たい沈み込み帯の陸上アナログである美濃帯の犬山地域の白チャートの化学分析を行った。その結果、白チャートはプレート境界において流体が流れた痕跡であり、かつ海底下5kmほどの深度で形成されたことが明らかになった。さらにその流路はプレート境界を海溝に平行な向きに、かつ間欠的に流れていた可能性が考えられ、津波を引き起こすような巨大なすべりを引き起こすプレート境界断層ではダイナミックな流体移動が起きていることが見いだされた（図9）。
南海トラフの海溝型大地震の動的破壊シミュレーションを実施し、すべり分布と上下変動を計算した。四国での地殻変動をある程度説明するモデルでは、すべり領域の下限は深部の長周期スロースリップ発生域より浅いことがわかった。本成果は現実的なシナリオ地震設定に有用である（図10）。また、昨年度に引き続き、関東地域における、フィリピン海プレート上面で発生する大地震およびスロース

リップイベント(SSE)の発生サイクルに関する数値モデリングにも取り組み、大正型および元禄型地震がそれぞれ、200～300年および1000～1500年間隔で発生する挙動が再現され、より実際の発生間隔に類似した結果となった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

海洋プレート沈み込み帯におけるスロー地震を含む海底地震観測およびスロースリップを含む海底地殻変動観測、さらには、沈み込み帯から得られた実際の試料を用いた物性実験は、プレート境界の多様な滑り現象を明らかにするために必要不可欠である。本年度は、前計画を引き継ぎつつ、様々な観測、実験、解析を実施してきた。例えば、スロースリップは、プレート境界での応力蓄積・解放過程の一形態であり、これを解明することはプレート境界でおこる現象の理解に重要である。これらの観点から、本課題は「関連の深い建議の項目」の目的達成に大きく貢献しているといえる。また、本課題は観測事実、実験事実からプレート沈み込みの理解をめざしている。スロースリップは、プレート境界での応力蓄積・解放過程の一形態であり、これを解明することはプレート境界でおこる現象の理解に重要である。また、スロースリップは、その周辺の巨大地震に関連しているという研究もあり、スロースリップの理解は、巨大地震発生予測につながる可能性があり、災害軽減に貢献する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Shinohara, M., R. Hino, K. Mochizuki, T. Sato, K. Nakahigashi, T. Yamada, Y. Murai, H. Yakiwara, Y. Ito, R. Azuma and T. Kanazawa, Spatiotemporal variation of aftershock activity in northern source region of the 2011 Tohoku-oki earthquake by long-term ocean bottom seismometers. Prog Earth Planet Sci 12, 37 (2025). https://doi.org/10.1186/s40645-025-00713-7, 査読有, 謝辞無

Hirauchi, K., Nagata, Y., Okazaki, K. (2025). Fault–fracture mesh development produces tectonic tremor in fluid-overpressured serpentinized mantle wedge. Communications Earth & Environment, 6, 182., 査読有, 謝辞無

Kanagawa, K., Nakanishi, T., Fujimori, J., Sagano, S. and Sawai, M. (2025). Temperature-dependent frictional properties of opal gouge and their implications for faulting in opaline chert at the Japan Trench subduction zone. Journal of Structural Geology, 105589., 査読有, 謝辞無

James D. Kirkpatrick, Heather M. Savage, Christine Regalla, Srisharan Shreedharan, Catherine Ross, Hanaya Okuda, Uisdean Nicholson, Kohtaro Ujiie, Ron Hackney, Marianne Conin, Pei Pei, Sara Satolli, Junli Zhang, Patrick Fulton, Matt J. Ikari, Shuichi Kodaira, Lena Maeda, Natsumi Okutsu, Sean Toczko, Nobuhisa Eguchi, IODP Expedition 405 Scientists (2025). Extreme plate boundary localization promotes shallow earthquake slip at the Japan Trench. Science. 391, 489-493. doi: 10.1126/science.ady0234, 査読有, 謝辞無

Hanaya Okuda, Hitomi Mizuno, Takashi Sano, Akira Ijiri, Minoru Ikehara, Wataru Tanikawa, Asuka Yamaguchi (2025). Trench-parallel fluid migration and its transient discharge in a cold subduction zone decoded by geochemistry of subducted cherts. Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 26, 2025GC012331. doi: 10.1029/2025GC012331, 査読有, 謝辞無

Tsuda, K., Shibazaki, B., & Ampuero, J.-P. (2025). Role of accretionary wedge in the dynamic rupture of tsunami earthquakes. Geophysical Research Letters, 52, e2025GL117571. https://doi.org/10.1029/2025GL117571, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Sun, T., K. Wang, J. He, F. Tomita, T. Iinuma, R. Hino, M. Kido, & Y. Ohta (2025) A Thin and

Weak Lithosphere-Asthenosphere Boundary (LAB) Beneath the Oceanic Lithosphere and its Effects on Subduction Earthquake Cycle Deformation, EGU General Assembly 2025, EGU25-13084. https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-13084

飯沼卓史・木戸元之・ 太田雄策・福田達也・富田史章・横田裕輔・日野亮太・藤田実季子・堀高峰（2025）Seafloor Crustal Deformation Observations Utilizing Unmanned Surface Vehicles at Plate Subduction zones around the Japanese Islands，日本地球惑星連合2025年大会，SCG55-28.

富田史章・Sun Tianhaozhe・飯沼卓史・木戸元之・太田雄策・内田直希・Wang Kelin（2025）Postseismic deformation of the 2011 Tohoku earthquake: Insights from GNSS, GNSS-A, and repeating earthquake observations，日本地球惑星連合2025年大会，SCG46-09.

富田史章・木戸元之・中東和夫・太田雄策・遠藤神奈多・唐啓賢・日野亮太，日本海溝沿い房総沖におけるGNSS音響結合方式による海底地殻変動観測の開始，日本地球惑星連合2025年大会，SCG55-30，幕張，5月，2025年.

Hino, Ryota，K. Obana, T. Iinuma, T. Kubota (2025) Uncovering mechanism of massive shallow coseismic slip without significant stress drop in 2011, 日本地球惑星連合2025年大会，SCG46-12.

金澤志旺、佐藤利典、碓氷典久、中東和夫、山田知朗、篠原雅尚、海底圧力計と海洋モデルを用いた2024年房総スロースリップによる海底上下変動の抽出、JpGU2025, SCG55-P31, 5/28, 2025.

Shion Kanazawa, Toshinori Sato, Norihisa Usui, Kazuo Nakahigashi, Tomoaki Yamada, Masanao Shinohara, Estimating Vertical Movement During the 2024 Boso, Japan, Slow Slip from Ocean Bottom Pressure Gauge and an Oceanic Model, AOGS2025, SE11-A004, 7/30, Singapore, 2025.

金澤志旺、佐藤利典、碓氷典久、中東和夫、山田知朗、篠原雅尚、海底圧力計と陸上GNSSデータを用いた2024年房総スロースリップのすべり分布の推定、日本地震学会2025秋季大会、福岡、P08-15、10/20, 2025.

関川真佑子・奥田花也・北村真奈美・髙橋美紀・山口飛鳥・澤井 みち代 (2025)．海山由来石灰岩の高温高圧環境下における摩擦特性，日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS10-P24,千葉・幕張メッセ国際会議場

関川真佑子・奥田花也・北村真奈美・髙橋美紀・山口飛鳥・澤井 みち代 (2025)．海山由来石灰岩の摩擦特性：沈み込み帯における地震活動との関係，日本地質学会第132年学術大会, T4-O-4，熊本大学

奥田 花也, 赤松 裕哉, 北村 真奈美, 澤井 みち代 (2025). 地震発生帯の岩石の弾性的性質：スケール依存性および地震発生プロセスへの影響. 日本地質学会第132年学術大会, T5-O-10，熊本大学

廣瀬 丈洋, 奥田 花也, 谷川 亘, 濱田 洋平, 岡﨑 啓史, John D. Bedford (2025). 地震断層内部の静・動的物理化学プロセス解明に向けた回転式熱水摩擦試験機の開発. 日本地質学会第132年学術大会, T4-O-5, 熊本大学

Matsuzawa, T. & Shibazaki, B., (2025), Numerical modeling of recurrences of two types of Kanto earthquakes and Boso slow slip events, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG45-P51.

Matsuzawa, T. & Shibazaki, B. (2025), Numerical modeling of two types of megathrust earthquakes and Boso slow slip events in the Kanto region, Japan, Asia Oceania Geosciences Society 22nd Annual Meeting, SE11-A010.

Matsuzawa, T. & Shibazaki, B. (2025), Numerical modeling of seismic cycle of two types of Kanto earthquakes and the effect on Boso SSEs, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes, 2025, P2-61.

松澤孝紀，芝崎文一郎(2025),関東地震発生と房総スロースリップイベントへの影響の数値シミュレーション , 日本地震学会2024年秋季大会，S08-10.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地震：海底地震観測：KS-25-11航海
概要：自己浮上式海底地震計の回収
既存データベースとの関係：なし
調査・観測地域：宮城沖
調査・観測期間：2024/7/13-2025/8/28
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地震：海底地震観測：MR-25-07航海
概要：自己浮上式海底地震計の設置 海洋研究開発機構研究船「みらい」　MR-25-07航海（課題名：「千島海溝・日本海溝における巨大地震・津波の発生源の海域地震履歴研究」）により実施
既存データベースとの関係：なし
調査・観測地域：宮城県沖
調査・観測期間：2025/11/15-次年度も継続予定
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地殻変動：GNSS音響結合方式海底地殻変動観測
概要：東京海洋大学練習船・神鷹丸による房総沖におけるGNSS-A観測機器の設置、およびGNSS-A用Wave Gliderの投入。
既存データベースとの関係：なし
調査・観測地域：房総沖 34.9461 141.8941
調査・観測期間：2025/6/16-2025/6/20
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地殻変動：GNSS音響結合方式海底地殻変動観測：KS-25-11航海
概要：KS-25-11航海：千島・日本海溝における船舶によるGNSS-A観測の実施、。
既存データベースとの関係：なし
調査・観測地域：宮城沖 37.9329 143.1986
調査・観測期間：2025/10/21-2025/10/24
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震；地震：広帯域地震観測
概要：熊野灘において海底地震計の設置・回収を行った
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：その他：海底掘削調査
概要：東北沖プチスポット火山におけるInternational Ocean Drilling Programme (IODP3) Expedition 502 T-petitへの乗船
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：

（10）令和８年度実施計画の概要：

2011年東北地方太平洋沖地震の破壊の開始点から海溝軸に至る大すべり領域におけるプレート境界における海底地震観測のために2025年に設置した海底地震計の回収を実施する予定である。房総半島沖

において、自己浮上式海底圧力計（OBP）6台での観測を続ける。東京海洋大学「神鷹丸」を用いて、設置、回収を行う予定である。房総沖スロースリップのOBPデータの解析を引き続き行う。2024年2-3月に発生したスロースリップのすべり分布等を求める。南海トラフ東部においても、スロースリップ前後の地殻活動を把握することを目的として、海底ケーブル観測システム(DONET)と自己浮上式海底地震計の組み合わせによる高密度海底地震観測を継続する。
令和7年度に引き続き、前弧マントルウェッジの基底部で発生するepisodic tremor and slip (ETS)の発生機構の解明を目的として、ETS発生域に相当する温度圧力条件下において、アクチノライト–緑泥石片岩の摩擦実験を乾燥・含水条件で実施する。これにより、摩擦強度ならびに摩擦の速度依存性(a－b)を定量化し、流体の有無がすべりの安定性に与える影響を明らかにする。また、沈み込む海山と地震発生について引き続き検討するため、海山を構成する石灰岩に加え、海山由来玄武岩・泥岩を使用した摩擦実験を実施する。各試料の摩擦特性を比較検討することで、地震発生に対する物質依存性についても明らかにしていく。深海掘削コアの解析を通じて日本海溝周辺の地震活動に影響をおよぼす地殻応力場を明らかにする。熱水低～高速剪断試験機を用い、断層すべりに伴う物質および流体の物理化学特性の動的な変化が摩擦特性に与える影響を実験的に調べる。高温油圧三軸試験機を用い、沈み込み帯の浅部で発生する物質変化と摩擦特性変化の関連を実験的に調べる。モデリングでは、南海トラフ巨大地震の動的破壊の高精度モデル、相模トラフ巨大地震の動的破壊のモデル化、千島海溝での地震発生サイクルモデルの高度化を進める。加えて、関東地域で繰り返す大地震のモデリングにおいて、元禄型地震のすべり分布の再現等、実際の地震との比較・議論が可能なモデル化を目指す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚（東京大学地震研究所）, 塩原肇（東京大学地震研究所）, 望月公廣（東京大学地震研究所）, 一瀬建日（東京大学地震研究所）, 山田知朗（東京大学地震研究所）, 悪原岳（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
日野亮太（東北大学理学研究科）, 木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）, 太田雄策（東北大学理学研究科）, 東龍介（東北大学理学研究科）, 富田史章（東北大学災害科学国際研究所）, 村井芳夫（北海道大学）, 佐藤利典（千葉大学）, 伊藤喜宏（京都大学防災研究所）, 山下裕亮（京都大学防災研究所）, 八木原寛（鹿児島大学）, 仲谷幸浩（鹿児島大学）, 澤井みち代（千葉大学）, 奥田花也（海洋研究開発機構）, 平内健一（静岡大学）, 芝崎文一郎（建築研究所）, 松澤孝紀（防災科学技術研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：篠原雅尚
所属：東京大学地震研究所

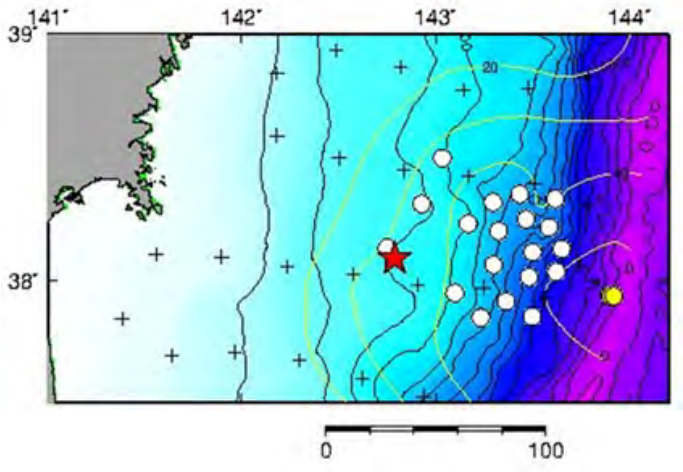


図1
2011年東北地方太平洋沖地震震源域における海底地震観測の観測点配置。黄色丸はKS-25-11航海で回収された地震計が設置されていた地点。白丸はMR-25-7航海により地震計を設置した地点。＋はS-netノード、赤星は東北沖地震の震央、黄色コンターは同地震の地震時すべり分布（Kubota+, 2023）をそれぞれ示す。

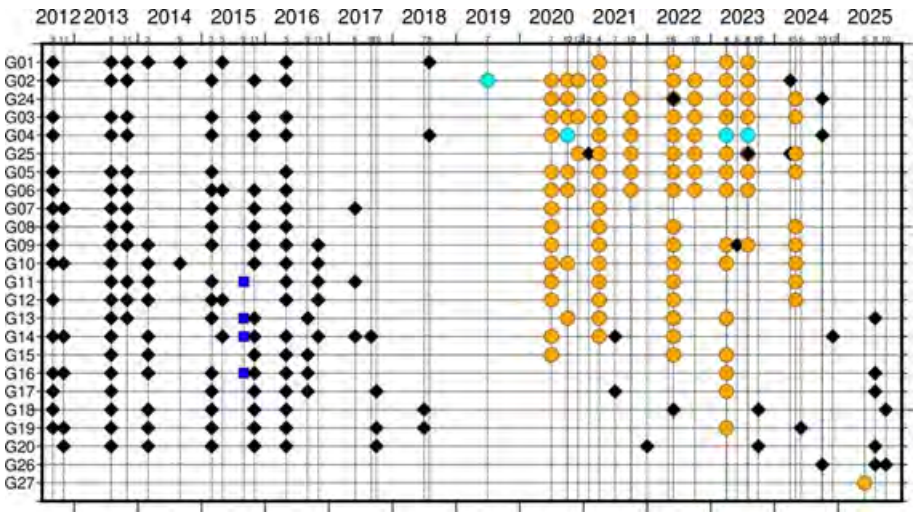


図2
日本海溝沿いにおけるGNSS-A観測実施状況。黒色ダイヤは船舶による観測の実施、橙色円はWave Gliderを用いた観測の実施、水色円は船舶とWave Gliderの同時観測の実施、青色四角は自航式ブイ（Kido et al., 2015）を用いた観測の実施をそれぞれ示す。

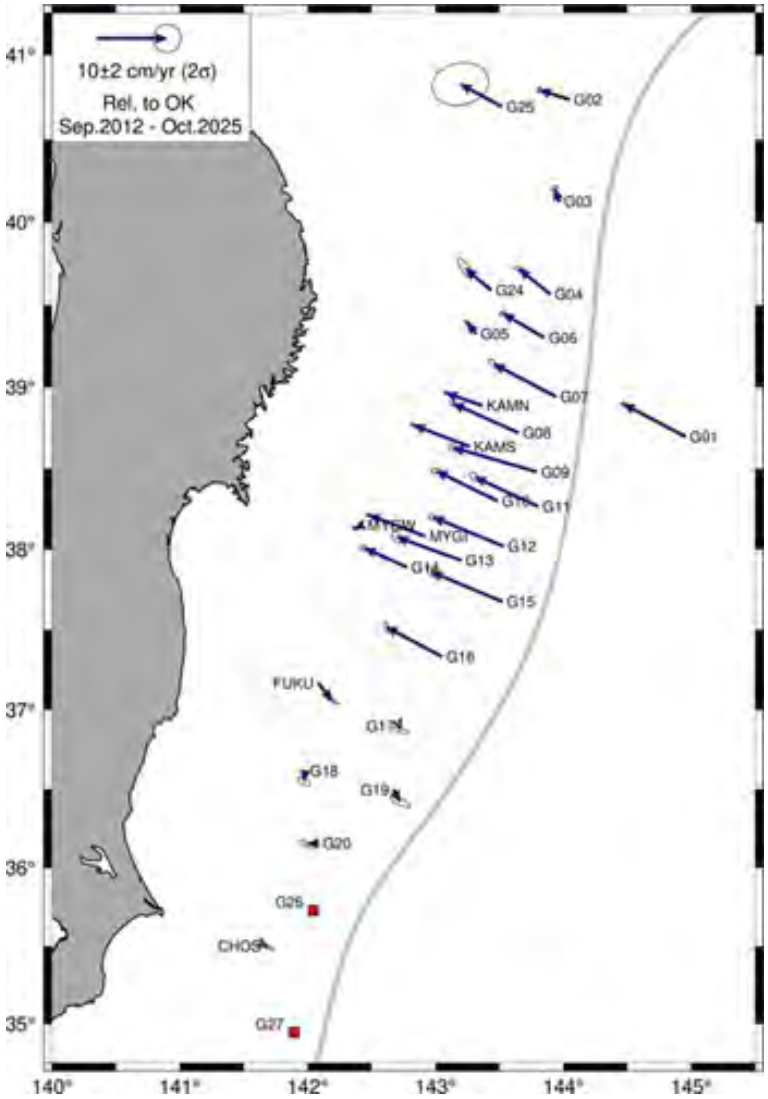


図3
日本海溝沿いでのGNSS-A観測点の変位速度。2012年9月から2025年10月までの平均変位速度を示す。ただし、G24・G25はそれぞれの設置時期（2019・2020年）以降の平均変位速度を示す。誤差楕円は2σ推定誤差を示す。赤四角は2024年度，および本年度に設置された新規観測点（G26–27）の位置を示す。

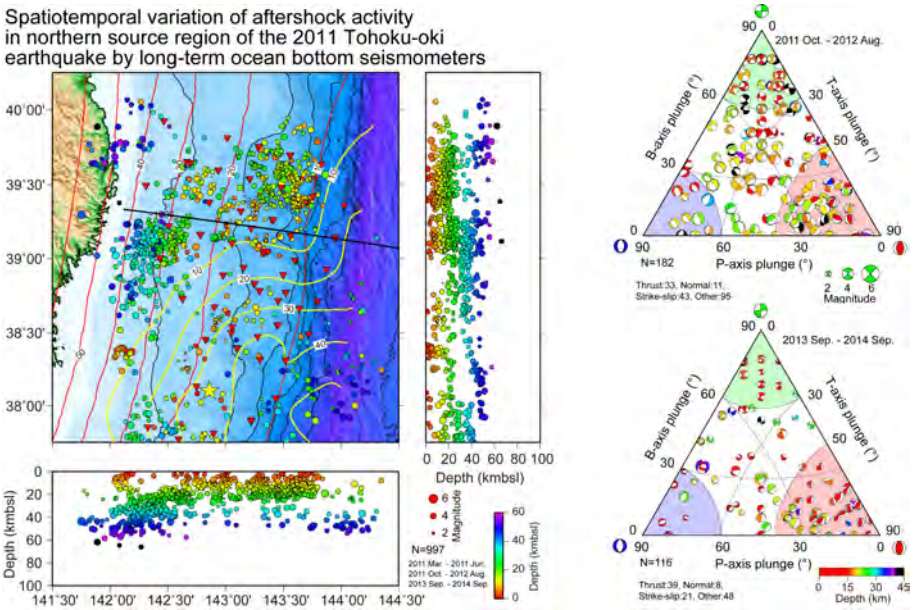
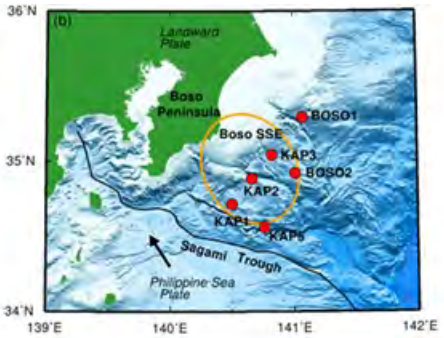


図4
海底地震観測による2011年東北沖地震余震分布と発震機構解分布。左：海底地震観測による余震震源分布と本震時にすべり量(黄線)との比較。赤線はプレート境界の深度コンターを示す。右：発震機構解の分布を示す三角図。それぞれの円の大きさがマグニチュードを、色は地震の深度を示す。赤、緑、青の領域が純粋な逆断層型、横ずれ型、正断層型の発震機構解に対応する。



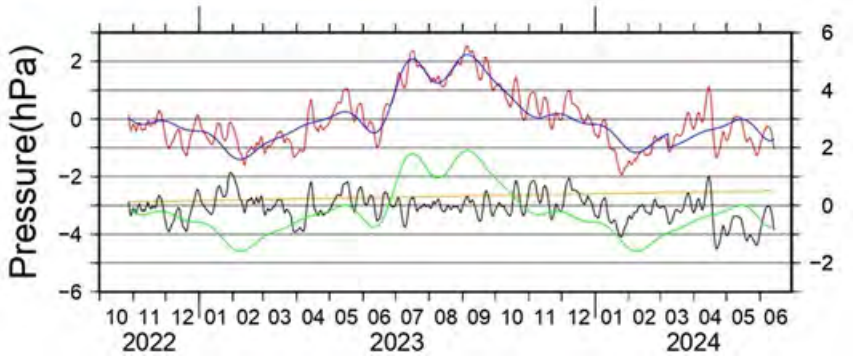


図5
2024年2-3月に発生したスロースリップによる海底上下変動の推定。赤線は海底圧力計データから再構成した海洋モデルデータを差し引いたもの、青線はフィッティング曲線、緑線は季節変動曲線、オレンジ線はトレンドと対数関数（東北地震の余効変動）を表す。黒線は赤線からスロースリップ時の変動を除いたフィッティング曲線を差し引いたものを表す。青線の2024年2-3月に見られる段差がスロースリップによる変動を表す。

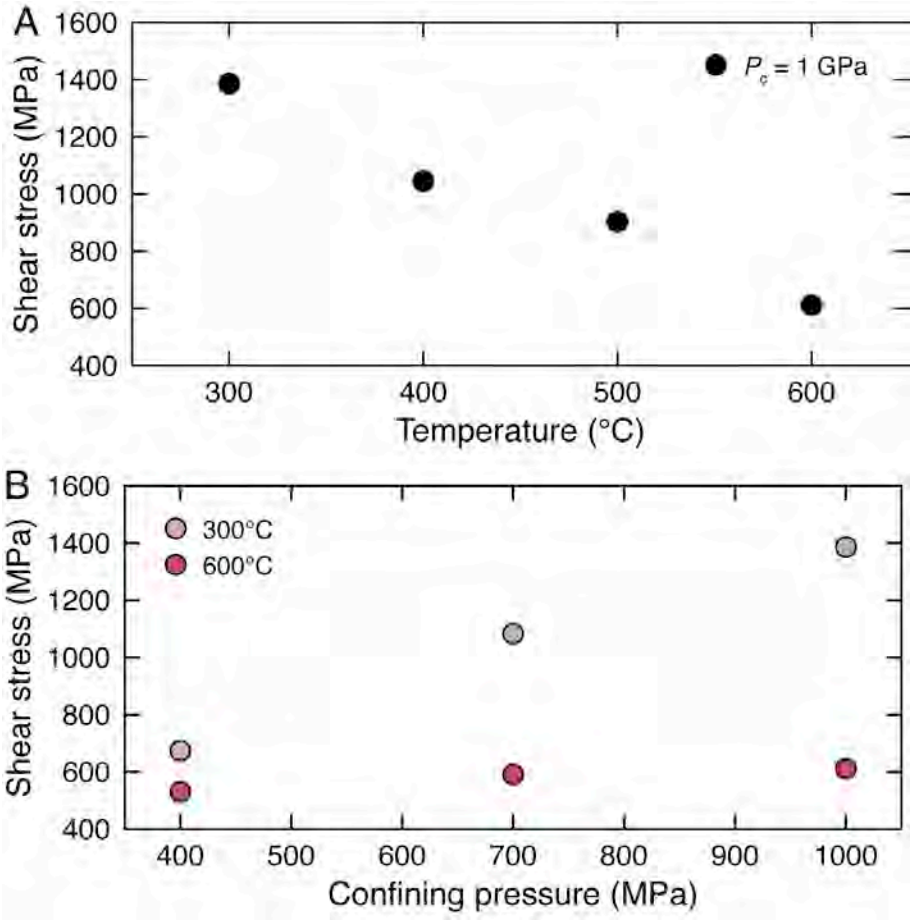


図6
アクチノ閃石–緑泥石片岩ガウジの剪断歪3.0における剪断応力の温度・圧力依存性

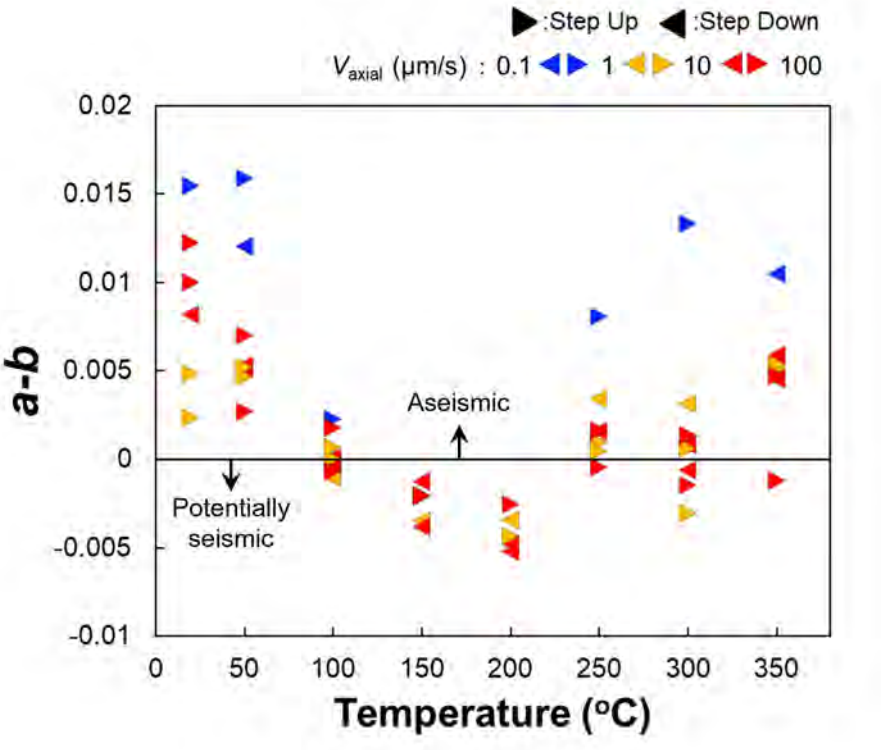


図7
海山由来石灰岩の断層すべり安定性パラメータ（a-b）の温度依存性。すべりが不安定となる条件である「a-bが負」が、温度約100˜300℃で現れることがわかった。

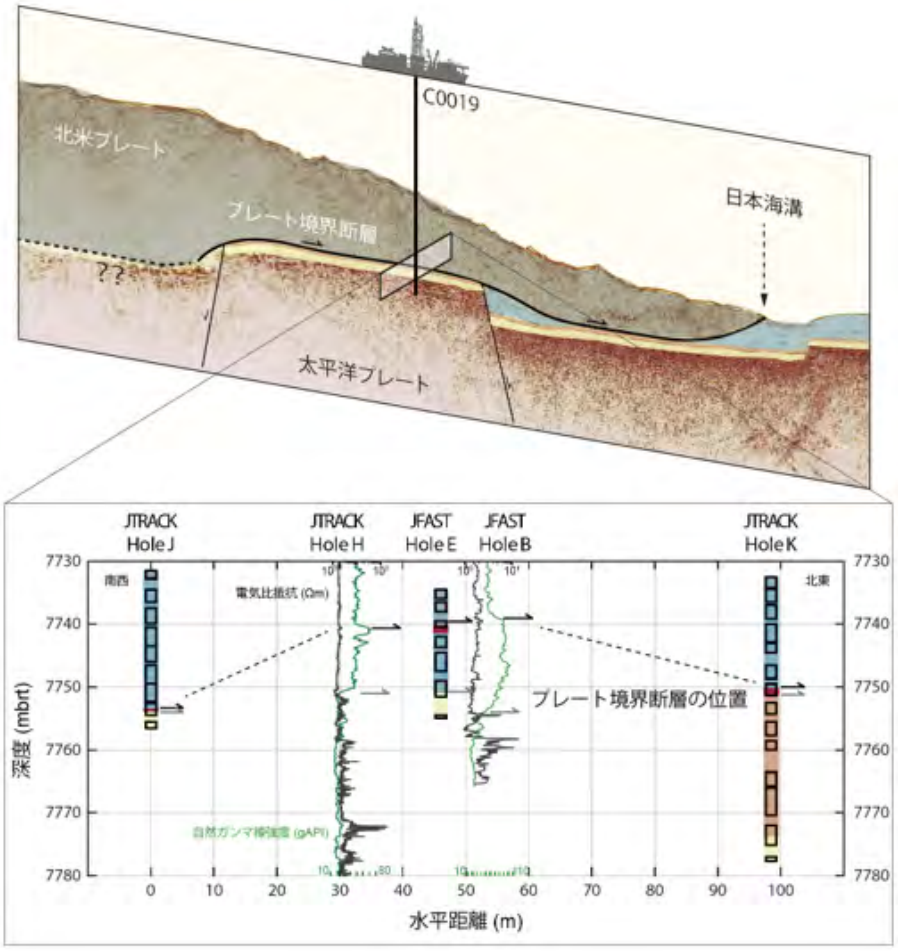


図8
IODP Exp 405 JTRACKで明らかになった日本海溝のプレート境界断層の描像。水平距離100mの中で断層は15mも上下していた。Kirkpatrick et al. (2025)より改変。

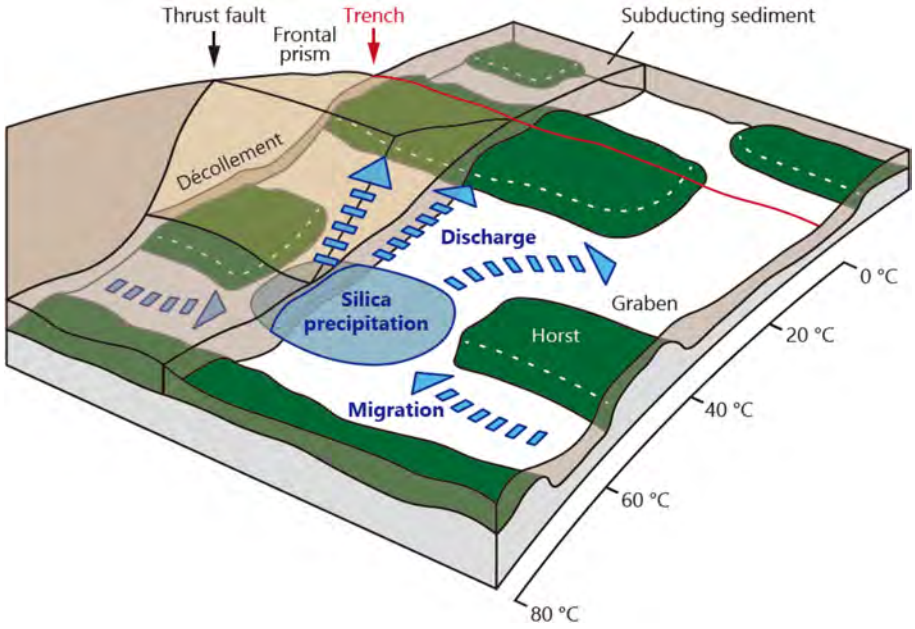


図9
美濃帯犬山地域の白チャートの化学分析から明らかになった、プレート境界における流体移動の模式図。Okuda et al. (2025)より。

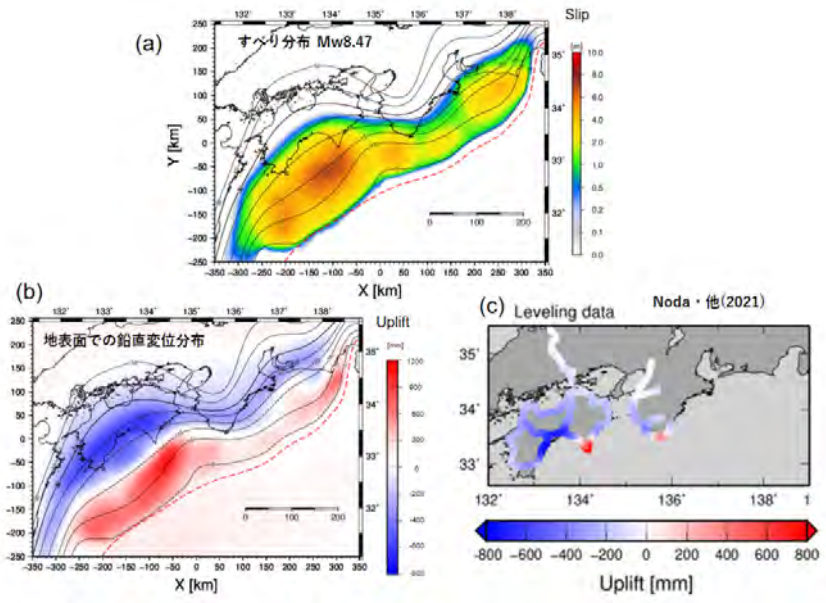


図10
三次元スペクトル要素法により、プレート境界形状を組み込み、すべり弱化を用いて、南海トラフ海溝型巨大地震の動的破断シミュレーションを行った。応力降下量の分布は、野田ら（2021）により推定された応力蓄積率と再発間隔（100年）の積により計算する。深部の長期的SSE発生域の深さですべり強化の摩擦則を与えた結果、図(a)に示すすべり分布が得られた。計算された上下変動(b)は高知市周辺で最も大きな沈降を示しており、実際の観測データ（図c)とある程度調和的な結果が得られた。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_06

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）ヒクランギ沈み込み帯（NZ）における多様な断層すべりの時空間分布と発生環境の解明
（英文）Study on spatiotemporal distribution and generation environment of various fault slips in the Hikurangi subduction zone (NZ)

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

これまでの研究結果から，スロー地震が浅部で発生する固着強度急変域より北側の沈み込み帯に沿った約300 kmにおいて，SSEの発生周期や通常の地震活動，およびテクトニック微動の活動様式や分布から，1）Gisborne沖より北部，2）Gisborne沖からMahia半島沖，3）Mahia半島沖からHawke Bay沖，さらに4）Hawke Bay沖から固着強度急変域までの，大きく分けて4つのセグメントに分けられると考えられ，ここでは北から南へセグメント1～4と呼ぶこととする．これまでの研究では主としてセグメント2について重点的に調査を進めてきており，セグメント1および3ではまだ海域観測が行われていない．本計画では，これらのセグメントでの観測を実施し，それぞれのセグメントでの断層すべりの特徴の把握を通して，沈み込み帯の構造的特徴との比較から，断層すべりの性質を決める要因，およびその発生メカニズムの解明を目指す．
またヒクランギ沈み込み帯は，そのテクトニクスや多様な断層すべりの空間分布に関して南海トラフと類似点も多い．ヒクランギ沈み込み帯と南海トラフとの共通点・相違点を比較検討することで，南海トラフにおける巨大地震発生メカニズムの理解を深めることにも貢献するものと期待できる．

（6）本課題の５か年計画の概要：

沈み込み帯に沿った4つのセグメントにおいて，国際協力による海域地球物理観測を実施する．以下に年度ごとの観測計画を示すが，SSEの発生状況に従って，各年度の観測対象とするセグメントが変更されることもある．

・2024年度（Gisborne沖海域地球物理観測：セグメント1・2）
日本・NZ・アメリカの国際共同によって，2022年10月から本海域で実施している大規模な海域地球物理観測を継続し，観測網直下でのSSEの発生をとらえる．ここで設置されている海底圧力計には圧力計ドリフト校正システム（A0Aシステム）が搭載されており，海底流速計のデータとともに解析す

ることによって，SSEの詳細なすべり量分布の推定を試みる． SSEの断層すべり過程と海底地震計で観測された地震活動との時空間分布に関して，これまでの事象と比較を行い，多様な断層すべりの発生過程の検討を行う．

・2025，2026年度（固着強度急変領域における海域地球物理観測）
固着強度急変域周辺では，約5年の周期でSSEが発生している．前回は2021年5月ころに発生したことから，次回は2025～2026年ころに発生が予想される．2024年にヒクランギ沈み込み帯北部のセグメント1に設置した海底地震計および海底圧力計を回収したのち，固着強度急変域をカバーする観測網を構築し，本海域において2例目となる観測網直下でのSSEの直接観測を試みる．観測されたSSEについては，過去に発生した断層すべりのケースと比較し，固着強度境界周辺での断層すべり過程について，その詳細を把握する．

・2027，2028年度（Hawke Bayから南方のける海域地球物理観測：セグメント3・4）
Hawke Bay中部には通常の地震活動が沈み込み方向に並ぶとともに，プレート境界が深くなる場所も認められ，沈み込むプレートの構造不均質があることが想定される．本海域におけるSSEは北部から南部に進行するケースも，南部から北部に進行するケースも認められる．微動活動については陸域からは観測されていないが，2021年に発生した固着強度急変域におけるSSEの発生以前に見られた微動活動からは，本海域でも活発な微動活動が起こっていることが推定される．本海域で海底地震・地殻変動観測を行い，こうした微動活動や通常の地震活動の時空間分布を明らかにし，SSEも含めた多様な断層すべりの発生環境，およびその伝播過程を明らかにする．

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
約1.8年周期でSSEが発生しているヒクランギ沈み込み帯北部のGisborne沖において，日本・NZ・アメリカの国際共同によって，2022年10月から本海域で実施している大規模な海域地球物理観測を継続している．2025年9月5日から19日までのR/V Tangaroaの航海（TAN2506）で2024年10月に設置した海底圧力計5台，および海底地震計8台とともに，2022年10月に設置したが2023年10月に未回収であった海底地震計1台を加えた９台の回収に成功した．本海域では，2024 年11月終わりから12月にかけて，大規模なSSEが発生した．このSSEにおける断層すべり過程については現在解析中であるが，海底地震計の観測記録について予備的解析を行ったところ，SSE発生に同期して断層すべり活動が大きく活発化したことがわかった．これは，これまでに同海域に展開した海底観測網で観測した2014年，2019年に発生したSSEに伴う群発型相似地震およびテクトニック微動と同様の活動と考えられる．
回収した海底圧力計5台と，地震研究所から２台を追加した合計11台の海底地震計については，共同研究機関であるEarth Science New Zealandにおいて，再設置のための整備を行なった．これらの海底圧力計と海底地震計は11月25日から12月4日までのR/V Tangaroaの航海（TAN2507）にて，約5年周期で大規模なSSEが発生している北島中部沖のプレート間固着強度急変域において再設置を行なった．この海域では，2021年5月に大規模なSSEが発生しており，我々の海底観測網によって直接観測に成功している．5年周期での発生を考慮すると，2026年頃に次のSSEの発生が予想され，今回展開した海底観測網による直接観測を目的としている．ここで設置した海底圧力計および海底地震計は2026年10月頃に回収予定である．
これまでに本海域で取得してきた海底地震計記録について，解析を進めている．
2019年に発生したSSEに伴う地震活動に関して，海底地震計観測記録に機械学習＋テンプレートマッチングを敵評してSSE発生前後を含む高分解能地震カタログを作成した．SSEのピークすべり後，沈み込んだ海山近傍のスラブ内で地震活動が増加したことが明らかとなった．SSE発生前は同様の活動が見られず，SSEによる応力擾乱および流体の移動によって既存の正断層が再活動した可能性を示した．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
「1．地震・火山現象の解明のための研究」として，沈み込み帯における地震発生場の構造と，多様な断層すべり（通常地震からSSEまで）に関する研究を進め，低頻度・大規模な地震が発生する仕組みを解明することを目的としている．特に小項目「（5）地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化」に関連し，海域観測・解析によりプレート境界域および海洋プレート内部の震源分布や構造

の不均質を明らかにし，すべりの伝播過程と発生メカニズムのモデル化に資する知見の獲得を目指している．

今年度は，日本・NZ・米国の国際共同により，巨大地震や被害をもたらす津波地震が発生するヒクランギ沈み込み帯の北部Gisborne沖での大規模海域観測を継続し，2024年11月末～12月に発生した大規模SSEの直接観測に成功した．回収した海底地震計記録の予備的解析から，SSEに同期して断層すべりに関連する活動が活発化したことが示唆された．回収機器はEarth Science New Zealandで整備し，2025年11月～12月のTAN2507にて北島中部沖のプレート間固着強度急変域へ再設置した．5年周期のSSE（次回は2026年頃が想定）の直接観測を目的としており，2026年10月頃に回収予定である．また，2019年SSEについては，機械学習とテンプレートマッチングにより高分解能地震カタログを作成し，SSEピークすべり後に沈み込んだ海山近傍のスラブ内で地震活動が増加することを明らかにした．本成果は，SSEと地震・微動活動の相互作用や固着の不均質の影響を観測的に制約し，将来の地震・津波ハザード評価の高度化に資する．

今後，北島中部沖のプレート間固着強度急変域において次回SSEの直接観測に成功した場合，固着強度の急変がすべりの伝播および応力分布に与える影響を定量化し，SSEに伴う地震・微動活動の変調やスラブ内地震の誘発過程に関する理解の向上に貢献することが期待される．さらに，複数回のSSEを比較することで，繰り返し現象の再現性と変動要因（すべり域位置，応力状態，流体過程など）を切り分け，沈み込み帯における固着分布とすべり様式の統合モデルを高度化する．これらの成果は，巨大地震・津波地震の震源域像と不確実性の評価に直接的な制約を与え，観測に基づくハザード評価の精緻化と防災科学への接続を一層推進する．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Bassett, D., S. Henrys, B. Tozer, H. van Avendonk, A. Gase, N. Bangs, S. Kodaira, D. Okaya, K. Jacobs, R. Sutherland, H. Seebeck, D. Baker, G. Fuijie, R. Arai, A. Seaward, K. Mochizuki, M. Savage, T. Stern and T. Lucke, 2025, Crustal Structure of the Hikurangi Subduction ZoneRevealed by Four Decades of Onshore-Offshore SeismicData: Implications for the Dimensions and Slip Behavior ofthe Seismogenic Zone, J. Geophys. Res.: Solid Earth, 130, doi:10.1029/2024JB030268., 査読有, 謝辞無

Iwasaki, Y., S.Y. Schwartz, K. Mochizuki, H. Crume, D. Bassett, T. Yamada and D. Morad, 2025, Intraslab Seismicity Near Subducted Seamounts Induced bythe 2019 Large Slow Slip Event Offshore the NorthernHikurangi Subduction Zone, New Zealand, J. Geophys. Res.: Solid Earth, 130, doi:10.1029/2025JB031751, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

望月公廣・安藤亮輔・Adam Claudia Maria・Bassett Dan・市原美恵, 2025, Inter-segment Tectonics in Subduction Zones: Linking Earthquakes, Volcanoes, and Geomorphology, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG52-01

馬場聖至・上嶋誠・姜峰・Caldwell Grant・尾花由紀・望月公廣, 2025, Monitoring the electrical features of the overlying plate in the Northern Hikurangi subduction zone, New Zealand, using ocean bottom electromagnetometers, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG52-P06

MK Savage・S Kwong・E Warren-Smith・K Jacobs・P Audet・K Mochizuki・Y Yamashita・LM Wallace・D Hobbis・D Murray・The Tongaroa Teams, Seismicity Extends from the Creeping to the Locked Zones in the Southern Hikurangi Margin, New Zealand, AGU 2025 Fall Meeting, S11C-0181

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地震：海底地震観測
概要：ヒクランギ沈み込み帯北部における海底地震観測
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：ヒクランギ沈み込み帯Gisborne沖 -38.9 178.8
調査・観測期間：2024/10/9-2025/9/6
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は，北島中部沖のプレート間固着強度急変域に設置した海底圧力計・海底地震計の回収を実施する．回収した機器はEarth Science New Zealandにて再整備し，次期観測に向けて再設置を行う．再設置海域は，観測期間中に想定されるSSE（2026年頃）の直接観測に成功したか否かに基づき決定する．SSEが観測期間中に発生しなかった場合は，同一海域での継続観測により次回発生の捕捉を優先する．一方，SSEの直接観測に成功した場合は，観測対象域を北部海域へ移動することを検討し，ヒクランギ沈み込み帯におけるすべり様式と固着の空間変化に関する理解を拡張する．

併せて，これまでに取得してきた海底地震計・海底圧力計記録について，引き続き解析を進める．具体的には，SSEに伴う地震・微動活動の検出・検測の高度化，高分解能地震カタログの作成，震源分布と構造不均質との関係の評価，およびSSEすべり過程推定との統合解析を継続し，国際共同のもとで成果の取りまとめと発信を進める．

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

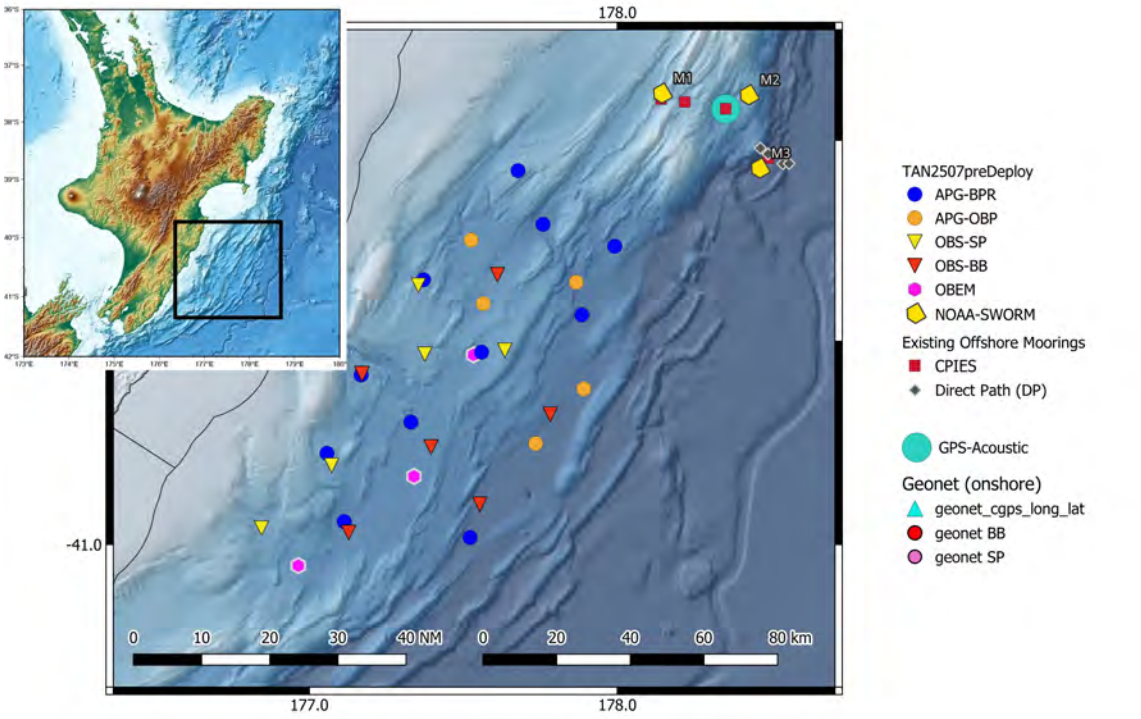
望月　公廣（東京大学地震研究所）, 山田　知朗（東京大学地震研究所）, 篠原　雅尚（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
伊藤　喜宏（京都大学防災研究所）, 山下　裕亮（京都大学防災研究所）, 日野　亮太（東北大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

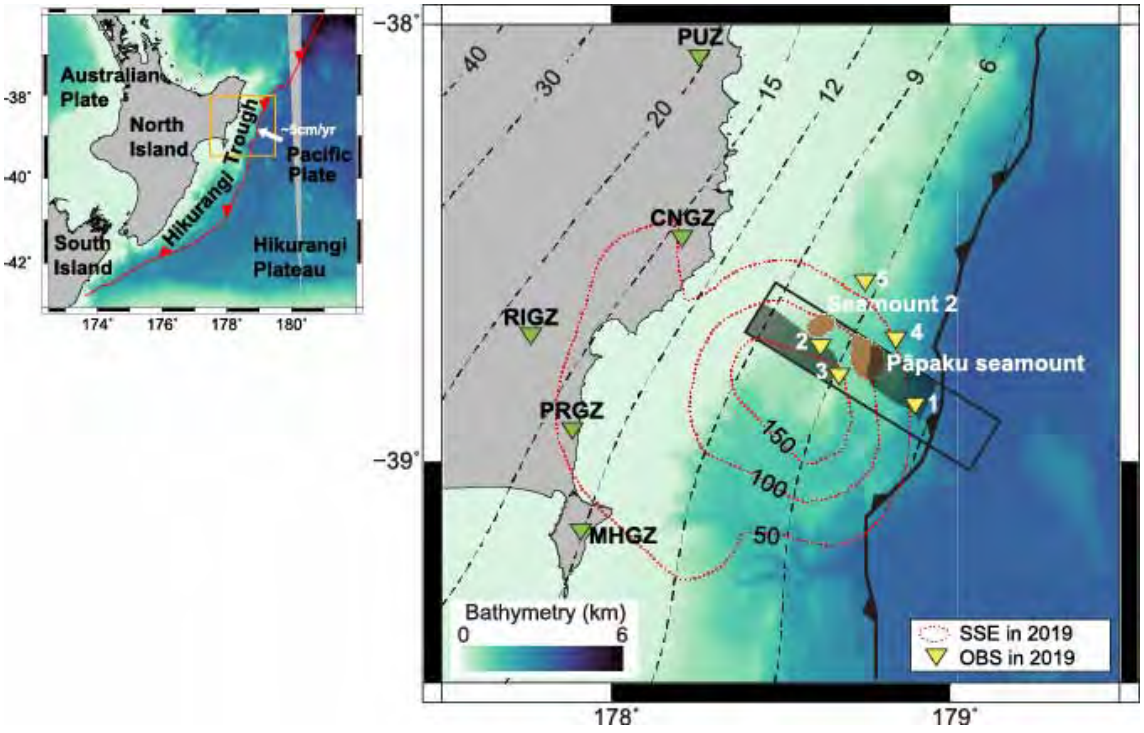
部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：kimi@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

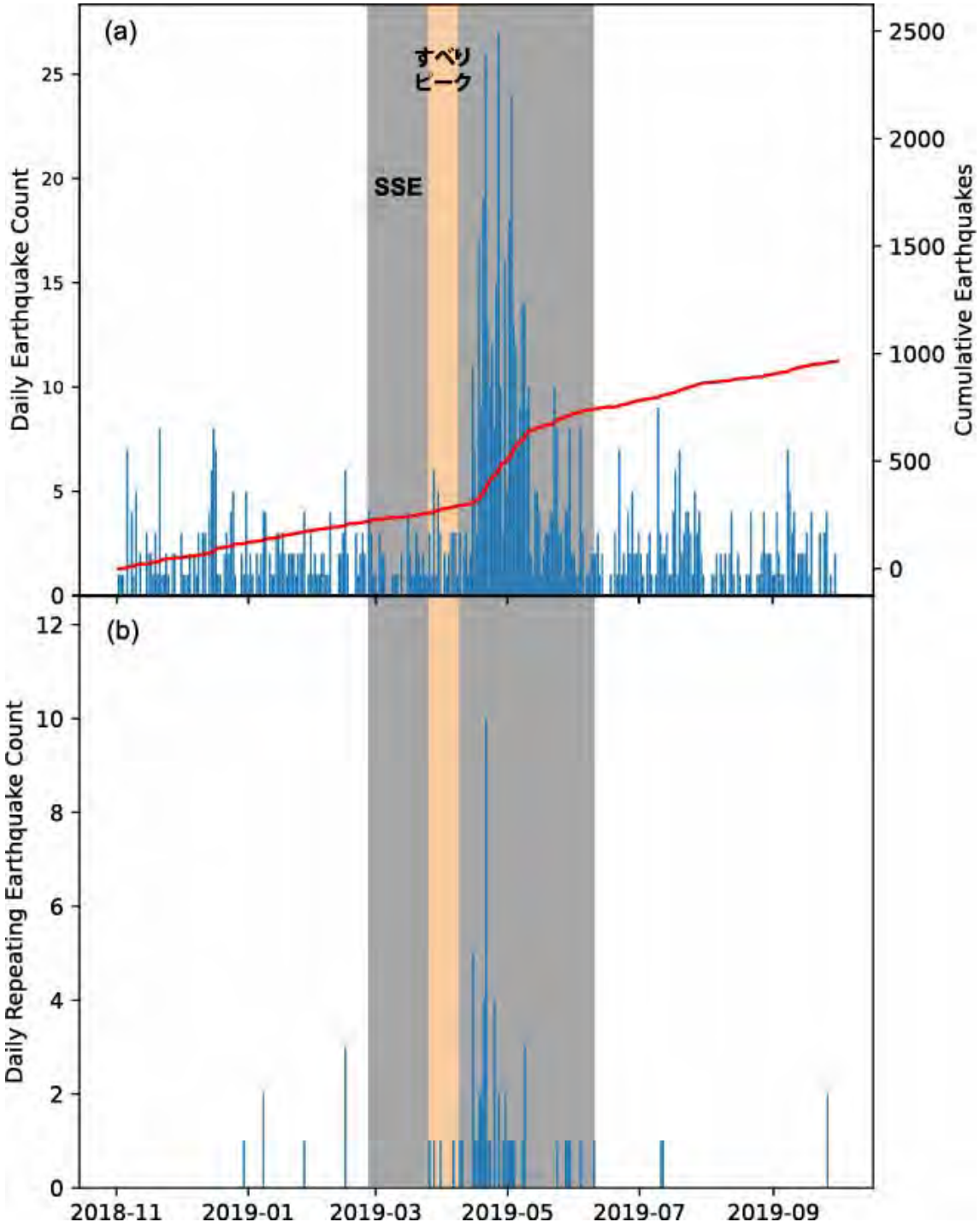
氏名：望月公廣
所属：東京大学地震研究所



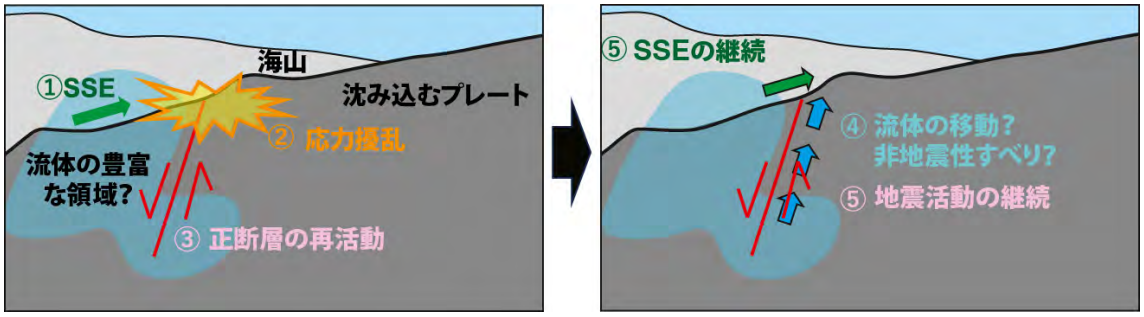
2025年11月に展開した海底観測網
R/V Tangaroaを用いて，2025年11月に国際共同でNZ北島中部沖のプレート館固着強度急変域展開した海底観測網．これらの観測網は2026年10月頃に回収を予定している．



2019年SSEのすべり分布と海底地震観測網
2019年3月から4月にかけてヒクランギ沈み込み帯北部で発生した大規模SSEのすべり分布（赤点線），海底地震観測点（黄逆三角），および3次元反射法地震波構造探査の領域（黒実線）と海山（茶影）と厚い堆積層（黒影）の分布．緑逆三角は陸上地震観測点．



2019年SSEの発生期間と地震活動
灰色で影をつけた期間にSSEが発生しており，オレンジの期間にすべり速度が最大となった．（a）1日の地震数およびその積算値（赤線）．（b）群発型相似地震の発生数.



2019年SSEとスラブ内地震との関係
SSEの発生によりスラブ内に応力擾乱が起こり正断層地震が活発となることで，流体が移動するとともに，SSEのすべり，および地震活動が継続する可能性が示された.

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_07

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）電磁気観測による活動的火山マグマ供給系・熱水系の解明
（英文）Unveiling of magma supply and hydrothermal system of active volcanos by electromagnetic survey

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）本課題の５か年の到達目標：

電磁場変動の励起源である太陽活動が活発になると見込まれる最初の令和6～8年度で集中的に広帯域MT観測を実施し、深度数km～10km程度の比抵抗構造を明らかにすることで、深部マグマ供給系および熱水系の分布を解明する。マグマや熱水の飽和度・浸透率を推定することで噴火ポテンシャルを見積もるだけでなく、噴火様式の特定にも迫ることが可能であると考える。御嶽山の磁気異常マッピングは4年目に実施し、将来の噴火またはunrest時を含め再度磁気異常マッピングを行う際の基準となる磁気異常分布を解明する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度においては、伊豆大島については、2年目に広帯域MT観測を実施する予定であり、1年目はその予察、および、既存データ整理・解析を実施する。御嶽山については、山頂部付近の4地点においてMT観測を実施する。
令和7年度においては、伊豆大島については、島内で広帯域MT法観測を実施する。御嶽山については、引き続きMT観測を実施する。
令和8年度においては、伊豆大島については、昨年度実施した広帯域MT法観測データの解析を進めるとともに、必要に応じて追加観測を実施する。御嶽山については、中腹・山麓においてMT観測を実施する。
令和9年度においては、伊豆大島については、データ解析を完成させ、最終的な解析結果については、他項目の観測結果と比較・統合解釈し、伊豆大島火山下の火山性流体の分布について議論・考察する。御嶽山については、3年目までに取得したMTデータの解析を進め、山体下の比抵抗構造を解明する。また、空中磁気観測を実施する。
令和10年度においては、伊豆大島については、これまでの成果をまとめて公表する。御嶽山については、4年目に取得した空中磁気観測データの解析を進める。また、4年目までに解析した比抵抗および他項目の観測結果と比較・総合解釈を行い御嶽山下の構造、火山性流体の分布について議論を行い、成果を公表する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

伊豆大島に関して、今年度は主に引き続き既存データの解析と解析手法の高度化を行った。昨年度の広帯域MTデータの解析で深部構造を明らかにし、深度および3kmの浅部マグマ溜りから火口の南西側を通って地表に到達する低比抵抗体が検出されていた。今年度はカルデラ内のAMTデータ（高周波データ）の解析から浅部構造を明らかにした結果、火口下から南西方向に延びるように低比抵抗体がつながっており、広帯域MT解析結果と整合的であることがわかった（図１）。この結果を受け、この低比抵抗体の存在の確認と詳細な描像を得るために、島の南西側を中心に全１３点で広帯域MT観測を目下実施中である。また、火山活動検出のために人工電流源を用いた地下比抵抗モニタリングを行っているが、その解析方法の高度化として、CSEMインバージョンコードの開発をおこなった。その数値実験をもとに当モニタリングシステムの有効を確認し、また今後はより適切な観測点配置を検討し観測体制の強化につなげる。

御嶽山に関して、今年度は山頂域の3地点において MT 法観測を実施した。電磁場ノイズが非常に大きい御嶽山においては、長期観測により確実にシグナルである地磁気嵐を捉えることが不可欠である。このため、ソーラーパネルおよび多数のバッテリーを用意し、2週間から2か月に及ぶ長期観測を実施した。その結果、いずれの観測点においても、約 10,000 Hz から 100 s に至るほぼ全ての周波数帯域において、良好な MT レスポンスを推定することができた。なお、このうち1地点は2019年に観測を実施した地点の近傍に位置しており、当時と比較して MT レスポンスの品質が格段に向上していることが確認された。また、前年度までの観測では雷による機器被害が頻発していたことから、本年度はデータへの悪影響がないことが事前に確認されているアレスターを電位差測定系の回路に組み込んだ。観測期間中に周辺で落雷が確認された観測点においても機器の損傷は認められず、データも問題なく取得されたことから、アレスターが期待どおりに動作した可能性が高い。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

伊豆大島の浅部比抵抗構造解析により、従来の深部構造と整合的に火口から島南西部下を通り深度およそ３kmの浅部マグマ溜りへとつながる経路が明らかになったことは、今後の噴火推移・シナリオを予測するうえで重要であり、将来的な災害軽減に資する成果である。

御嶽山では、極めて過酷な観測条件下であるものの、アレスターの設置など観測システムの高度化・強靭化をはかることで、良質なデータ取得につながった。このシステムを汎用化させることで、活動的火山の地下構造推定の精度をさらに高めることができ、こちらも将来的な災害軽減に資する成果である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Aizawa, K., Yamamoto, Y., Wakabayashi, A., Muramatsu, D., Aniya, S., Tanabe, H., Fujita, S., Shito, A., Koyama, T., Shiozaki, I., Ichiki, M., 2025, Three-dimensional resistivity structure beneath Beppu and Yufuin geothermal fields imaged by dense broad-band magnetotelluric observations, Earth, Planets and Space, 77, 159, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02291-w, 査読有, 謝辞有

Song, H., Usui, Y., Uyeshima, M., Yu, P., Diba, D., Yang, B., Baba, K., Koyama, T., 2025, Revealing the Non-uniqueness Inherent in MT Inversion: A Comparative Study of Influential Factors and Algorithm-Dependent Uncertainties in FEMTIC and ModEM with USArray MT Data, Surv Geophys 46, 1079–1135, https://doi.org/10.1007/s10712-025-09901-y, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

大石健登・小山崇夫・上嶋誠・馬場聖至・臼井嘉哉・多田訓子・田中聡・仲田理映・森田裕一, 2025, Three-dimensional electrical resistivity structure beneath Izu-Oshima Island estimated by combining the onland and ocean bottom electromagnetic data, JpGU2025, SEM15-P06

Zuwei Huang・Takao Koyama・Peng Yu・Yoshiya Usui, 2025, Forward Modeling Study of Controlled-Source Electromagnetic Based on the FEMTIC Program, SGEPSS 2025年秋季年会, R003-P06

Zuwei Huang・Takao Koyama, 2026, Feasibility Evaluation of ACTIVE Electromagnetic Monitoring System at Izu-Oshima Using 3-D Unstructured Finite-Element Analysis, 2025年度Conductivity Anomaly研究会, A20

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

伊豆大島では、今年度取得中の広帯域MTデータの比抵抗構造解析を実施するとともに、伊豆大島島内で広帯域MT補充観測（１０点程度）を実施する予定である。また、開発した数値計算コードを使い現有のCSEMモニタリングシステムの最適な観測点配置の検討をおこなう。
御嶽山では、山頂域および中腹域において3〜5地点で MT 観測を実施する予定である。これにより、既存データと合わせて、登山道近傍など MT 観測が可能な範囲における観測が概ね完了する見込みである。取得したデータには三次元インバージョン法を適用し、御嶽山における三次元比抵抗構造の解明を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

小山崇夫（東京大学地震研究所）, 市原寛（名古屋大学）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：小山崇夫
所属：東京大学地震研究所

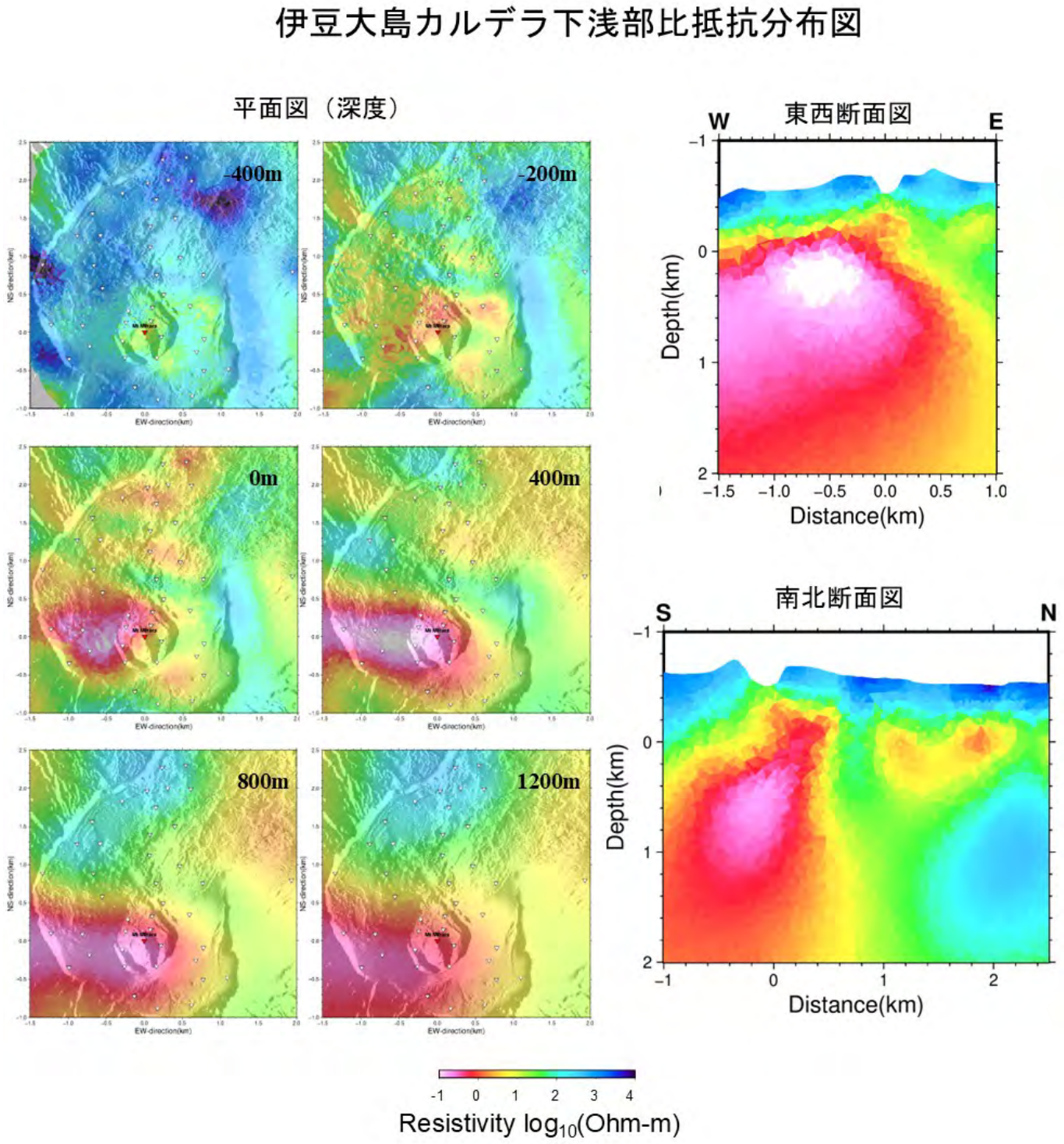


図 1
伊豆大島カルデラ下の浅部比抵抗構造：火口直下から南西部に向けて低比抵抗体が延びていることが明らかになった。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_08

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震発生予測のための島弧-海溝システムの観測-モデリング統合研究
（英文）Integrated modeling of intraplate earthquake occurrence based on geophysical exploration of island arc-trench system structures

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(2) 首都直下地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

日本列島の上盤側プレートで発生するM7級の地震活動は、プレート沈み込み作用に支配的な影響を受けていると考えられる。西南日本内陸部で発生した歴史地震や、2011年東北地方太平洋沖地震前後の地震・火山現象の変化から、プレート境界における固着状態の変化や発生する巨大地震は、上盤側プレート内の応力状態を数十年スケールで変化させると考えられる。この様な上盤側プレート内部の応力状態の時間変化は、過去数回の活動履歴に基づき地震発生確率を推定する現在の長期評価手法では全く考慮されていない。上盤プレート内の応力状態の時間変化はGNSSによる地殻変動・地震活動を用いた定量的なモデル化が可能である。したがって、構造探査等により推定される島弧―海溝系上盤側プレートの構造と震源断層を初期条件として、力学的な数値計算から断層面上に作用する応力を計算し、現在・過去の地震活動を説明することにより、プレート間相互作用を考慮した物理モデルによる長期予測が可能になると期待される。以上の背景から、現行計画で「地震発生予測のための島弧―海溝システムの観測-モデリング統合研究」（ERI-11）を開始し、東北日本を対象に、海陸地殻構造探査による上盤側プレートの構造推定と粘弾性三次元有限要素法モデルによるプレート境界の固着状態・上盤側プレート内部の応力状態の計算を一体で進める形で地震発生の長期予測の手法開発を行ってきた。

そこで、次期計画では、東北日本・関東地域の解析をさらに進めるとともに、主な研究対象領域を西南日本とし、海陸統合の島弧・プレート構造の推定を目的とする(1)陸域自然地震観測および(2)海域自然地震観測と、(3)その結果や既往の構造探査等の再解析に基づくプレート上面モデルや震源断層モデル等の日本列島基本構造モデル構築・改訂および活構造の長期間地殻変動、 (4) 数値計算による震源断層面上に作用するクーロン応力変化の推定を軸とした、プレート間相互作用を考慮した物理モデルによる長期予測手法の開発をさらに進める。

本課題の成果は、測地学的な時間帯域でのプレート沈み込みに支配された上盤プレート内の内陸地震活動や変形メカニズムに基本的な情報を提供するだけでなく、地質学的な時間帯域での日本列島の形成プロセスの理解にも大きく貢献すると期待される。

（6）本課題の５か年計画の概要：

主に西南日本を対象に、観測と日本列島基本構造モデルの構築・更新と地殻活動予測を統合的に実行し、地殻活動予測、巨大地震発生予測を含む多様な地殻活動についての定量的な理解を進める。数値モデルによる地震発生ポテンシャルの推定に必要な三次元構造モデルと震源断層モデルの高度化のため、西南日本を横断する海溝から背弧海盆に至る測線を設定し、既存の構造探査・地震観測データを利用しつつ、浅部から深部（リソスフェア・アセノスフェア境界）にいたる構造モデルを構築する。特に不足している西南日本日本海側の深部構造情報を得るために、山陰沖日本海南西部において、海底地震計を用いた広帯域自然地震観測、構造探査実験を実施する。陸域下に沈み込むプレートやマントルウエッジを含む上盤側プレートの不均質構造に関する知見を得る為に、西南日本弧陸域の日本海側から太平洋側に至る島弧横断測線を設定し，自然地震観測を実施する。これらのデータによりプレートの構造とレオロジー特性の解明に資する地震波速度構造などを明らかにする。次に、構造探査の結果に基づき日本列島基本構造モデルの構築・更新を行うとともに、構造モデルを反映させた三次元有限要素法を用いて、東北太平洋沖地震に伴う地殻変動を含むGNSSによる測地データを説明するための数値実験を行い、弾性波速度と岩石物性から推定されたレオロジーモデルの妥当性を検討する。さらに、長期間地殻変動および過去の地震活動のデータを取得・コンパイルし、比較検討してそのレオロジーモデルの妥当性を検討し、モデルに反映させる。震源断層については、浅部構造探査・解析を行うとともに、並行して実施される深部構造探査の観測結果を反映させ、長期間地殻変動等に基づき海陸境界部や平野部などの伏在断層を含めたモデルの更新を行う。これらを踏まえて、更新された日本列島基本構造・震源断層モデルに基づき、西南日本上盤側プレート内における地震活動予測と過去の地震活動の説明を目指す。このほか、これまで実施してきた東北日本・関東地域についても、構造探査等を反映させたプレート構造などの日本列島基本構造モデルの更新を進め、これに基づく上盤側プレート内における地震活動予測と過去の地震活動の説明を目指す。以上の研究を以下の年次計画で進める。

令和6 (2024) 年度

・陸域地震観測：東北日本弧で取得されている既存海陸統合地震観測データの解析を継続して実施し、日本海から東北日本弧を経て日本海溝へ至る海陸統合地殻構造モデルのさらなる精緻化をはかる(～2028年度)。2025年度から予定している西南日本弧陸域の日本海側から太平洋側に至る測線での現地踏査を実施し、臨時地震観測点の設置場所を選定する。また、既存の西南日本弧陸域横断地殻構造探査データの再解析を実施する(~2028年度)。

・海域地震観測：東北日本西方沖日本海の深部構造を求めるために、2022年に当該域に設置した小型広帯域海底地震計を回収する。なお、回収には共同利用研究航海を利用する予定である。得られたデータから背弧海盆の深部構造を求める解析を開始する。

・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（中部地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により活構造の長期間地殻変動を推定する。

・数値計算：日本列島域の三次元有限要素モデルを構築する。これまでの研究の進展を考慮し、柔軟に種々の粘性構造を取り入れることを可能なモデルにする。

令和7 (2025) 年度

・陸域地震観測：前年度に選定した臨時地震観測点の設置場所に地震観測装置を設置し、観測を開始する。

・海域地震観測：2025年に日本海から回収した広帯域海底地震観測データの解析を継続して、精度のよい深部構造、特にアセノスフェアリソスフェア境界の位置を精度よく決定する。

・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（中部地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により活構造の長期間

地殻変動を推定する。
・数値計算：南海トラフ－琉球海溝におけるプレート境界プロセス、および東北沖地震による西南日本域の震源断層面上のクーロン応力変化を検討する。

令和8 (2026) 年度
・陸域地震観測：前年度に設置した臨時地震観測点を撤収する。得られたデータから測線下の構造を求める解析を開始する。
・海域地震観測：島弧のより精密な上部マントル地殻モデルを構築するために、東北日本に続き、西南日本において浅部から深部までの島弧断面を作成する。その一環として、西南日本北方沖の日本海に小型広帯域海底地震計を設置して、広帯域海底地震観測を開始する。なお、設置のための傭船について、費用の一部を本研究で負担する。
・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（近畿地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により構造の長期間地殻変動を推定する。
・数値計算：相模トラフ、伊豆小笠原海溝のプレート境界プロセスと東北沖地震の影響を考慮し、関東地方および伊豆小笠原弧の応力状態を検討する。

令和9 (2027) 年度
・陸域地震観測：陸上臨時地震観測点で取得したデータに対して、地震波速度構造解析等を適応し、陸域測線下の構造を明らかにする。
・海域地震観測：前年度に設置した小型広帯域海底地震計による広帯域海底地震観測を継続する。これまでに得られている広帯域海底地震観測データを利用して、島弧全体の深部構造解析を開始する。
・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：引き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクトによる反射法探査等の成果に基づき、西南日本（近畿地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により、活構造の長期間地殻変動を推定する。
・数値計算：東北地方太平洋沖地震後10年間の測地データを用い、東北日本下の粘性構造と上盤プレート内の震源断層の応力変化を評価する。

令和10 (2028) 年度.
・陸・海域地震観測：2026年に西南日本北方沖の日本海に設置した小型広帯域海底地震計を回収する。なお、回収のための傭船について、費用の一部を本研究で負担する。得られたデータを用いて、西南日本北方沖日本海の深部構造を求めるとともに、陸域測線下の構造と日本海側や太平洋側の海域で得られている構造とを統合した島弧全体の海陸統合地殻構造モデルの構築を実施する。
・日本列島基本構造モデル：引き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本を中心に震源断層モデルの構築・更新についてまとめを行う。また、西南日本の活構造を中心に、第四紀後期の長期間地殻変動のとりまとめを行う。
・数値計算：４年目までに検討した各地域のプレート境界プロセス間の相互作用を検討し、今後数十年スケールの応力変化についてまとめを行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
・陸域地震観測
(1) 東北日本
“災害軽減に貢献する地震火山観測計画（第2次）”において，日本海地震・津波調査プロジェクトの一環として2019年に実施した地震探査（佐藤・他，2020a,b）の陸域部(図1)について、屈折・広角反射法データ解析によって速度構造モデルを提出してきた（岩崎・他, 2023a,b; 2024a,b, 2025a,b）。これまでの解析によって地殻最上部の堆積層部分の構造が測線に沿って大きく変化し，下部地殻及び上部マントルにおいても反射体が分布する複雑な構造が明かになった。
災害軽減に貢献する地震火山観測計画（第3次）”の第二年度にあたる本年度は，これまで得られた速

度構造断面と佐藤・他(2020a,b)及び蔵下・他 (2022)による反射断面の詳細な比較，当該測線周辺の震源分布と（気象庁一元化震）と発震機構（気象庁）との対応関係を検討した。更に，測線東部における新たな解析結果を踏まえ，得られた構造と地殻活動についてこの地域の地質学的発達過程と関連づけた解釈を行った。図2は，深さ20 kmまでの構造，図3は上部マントルまでの構造と震源分布を示す。その特徴と解釈を以下に示す。

(1)　激しく変形した地殻最上部構造は，日本海拡大時に形成された断層及びその後に引き続く島弧火成活動で生成されたカルデラ群とよい対応を示す(図2)。

(2)　測線西部 (Backarc Basin Basalt)下では地殻上部に顕著な反射体群が存在し，地殻内地震の分布域は通常より深い(深さ10-25km，図3)。これは，同地域が中絶リフトの縁辺に位置しており，日本海拡大時の地殻改変・火成活動に起因するのであろう。深い震源分布は，高い融点を持つ玄武岩質マグマの貫入・固化によって，脆性-延性域境界が深くなったと解釈される。

(3)　測線中部(Felsic Caldera Complex)の構造は，日本海拡大に引き続く島弧火成活動に支配されていると解釈される，この部分のまた，地震発生層は周辺に比較して浅い（<10km，図3）。図2に示すように深さ2-5km上部地殻基盤内の等速度線が著しく屈曲しており，一部に局所的に強い反射面が認められる。更に，地殻浅部の地震には横ずれ断層的な地震メカニズムが見られる。これらの特徴は，火成活動による温度構造及び応力場の不均質性を反映していると考えられる。中部・下部地殻は反射的で，反射域縁辺に低周波地震活動が見られる（図3）。この部分のMoho面深さは，30.5-32kmで，マントル内の深さ38及び42km付近に反射面が存在する。このような構造の特徴は，火成活動に伴う流体の上方移動を強く示唆するものである。

(4)　測線東部(Kitakami River Valley-Kitakammi Mts.)下の構造の特筆すべき特徴は，南部北上帯の高速度の基盤上部(Vp=5.8˜5.9-6.3 km/s)がその西側の北上河谷帯下に数kmの厚みを持って入り込み，緩やかな西傾斜構造境界（傾斜角<15o）を形成していることである（図2）。図3に示すように，この高速度ブロック内では地震活動が活発で，2003年宮城県北部地震(Mj=6.4)もこの領域内で発生した。また，構造境界周辺では深さ15kmまでかなり顕著な地震活動が認められる。一方，その西側の北上河谷帯側上部地殻は比較的低速度(Vp=5.8-6.1 km/s)で，地震活動は極めて低調である。従って，南部北上帯の高速度ブロックは，その西縁境界部も含めて，単に構造の面だけでなくその力学的挙動も北上河谷帯下の上部地殻と大きく異なっていると考えられる。

(5)　地質学的に，北上河谷帯を含む北上低地帯は日本海拡大期の正断層運動と密接な構造を持ち，これらの正断層は鮮新世以降に反転して逆断層運動を行ってきた(Kato, et al., 2006)。我々のモデルでは，北上河谷帯下の最浅部の火山砕屑岩(Vp=2.0-5.0 km/s)と基盤の境界は，3つのステップを伴って西方に深くなる（図2）。これらのステップは，東側から須江断層，旭山撓曲，及び大崎平野下に伏在する断層（大崎断層（新称））に相当して，ドミノブロック構造を形成していると考えられる。しかし，上述の高速度ブロックの西傾斜境界の傾きは緩やかで，日本海拡大時に形成された断層群そのものに対応づけることは難しい。この西傾斜境界を含む浅部構造は，測線周辺域の複雑な断層帯の複合構造であると考える方が妥当である。測線の北側には東南東-西北西方向の走向を持つ断層が存在する（加護坊山断層）。図4に示すように，厚さ数kmの低角西傾斜構造の形成は，この断層の深部延長部が述のドミノ構造と交錯に起因すると思われる。

(2) 西南日本

“災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）”においては、数値モデルによる地震発生ポテンシャルの推定に必要な三次元構造モデルと震源断層モデルの高度化のため、西南日本を横断する海溝から背弧海盆に至る測線を設定し、既存の構造探査・地震観測データを利用しつつ、浅部から深部（リソスフェア・アセノスフェア境界）にいたる構造モデルを構築することが目的に設定されている。対象となるデータは、2004年（例えば伊藤他，2007）及び2006年（Iwasaki et al., 2018）に行われた紀伊半島をそれぞれ北北西-南南東、北西-南東方向に縦断する測線である（図5）。まず、これらの探査の走時データ解析から、この地域に沈み込むフィリピン海プレート、更にその上盤側の西南日本弧地殻の全体構造を求め直す。本年度は、まだデータが完全に整備されていない2004年測線に対する解析準備作業を行った。この測線では、その測線長が195 kmで15点の発震点、1954点の受振点が設定され、屈折初動だけでなく、顕著な後続波が観測されており、走時データを、後続波を含めて作成し直す必要がある。その読み取り作業の効率化を図るため、既往のsoftware packageを適用して、その実効性を比較・検証した。また、紀伊半島下に沈み込むフィリピン海プレートの形状、上盤側の不均質構造に関する知見を得ることを目的とした稠密自然地震観測

を実施する為に、既存地殻構造探査で得られた結果や定常的な地震活動度を参考にしながら観測点配置の検討を行った。検討結果を基に現地踏査を実施して決定した設置場所を図１に青丸で示す。地震観測装置は、2004年に実施された紀伊半島を北北西-南南東に縦断する制御震源地殻構造探査測線(伊藤他，2007）沿いを含む京都府京丹後市から三重県紀宝町に至る測線上（測線長：約240 km）の107か所に、約2~4 km間隔で設置する予定である。現在、地震観測装置を設置する為の許認可申請作業を実施している。設置作業は2026年3月中旬を予定し、観測は2026年12月頃までを予定している。

・海域地震観測

2024年1月1日に令和6年能登半島地震が発生した。そこで、自由落下自己浮上式海底地震計（OBS）を用いた海域緊急余震観測を、本研究経費に加えて、科学研究費補助金特別研究促進費により、東京大学地震研究所・北海道大学大学院理学研究院・東北大学大学院理学研究科・千葉大学大学院理学研究院・東京海洋大学学術研究院海洋資源エネルギー学部門・東海大学海洋学部・京都大学防災研究所・鹿児島大学大学院理工学研究科・海洋研究開発機構の共同研究観測として実施し、本震発生1ヶ月後から約1ヶ月間の余震震源分布と発震機構解を求めた。震源決定の結果、震源は深さ約17 kmまでに決定され、深い地震は震源域最東部に多く位置している。これらは余震活動が上部地殻内において活発であることを示している。観測域では過去の研究により地震発生断層モデルが構築されており、余震分布は断層モデルとよく一致する。ただし、最東部の断層モデルの北側半分に対応する領域では地震活動が活発でない。多くの逆断層型の余震がある一方で、横ずれ型断層の発震機構をもつ地震も決定された。逆断層型および横ずれ型の発震機構解を持つ地震はどちらも北西-南東方向の圧縮が卓越している（Shinohara et al., 2025）。

2026年2月以降は、長期観測型海底地震計を用いて、地震活動の時空間変化を把握するために、海底観測を継続した。海底地震計は一部について入れ替え、追加などを経て、2025年1月に海底地震計を回収し観測を終了した。長期観測データについては、Deep Learning手法によるP波およびS波の自動読み取りを行った以外は、本震直後の解析と同じ手法により、震源分布を求めた。その結果、約1年間の観測期間中に1490個の震源が求められた（図6および図7）。大局的には余震数が時間ともに減少しており、発生位置については、余震は能登半島沿岸では深さ10 km程度まで、沖合では深さ16 km程度まで発生していること、「日本海地震・津波調査プロジェクト」による断層モデルNT2の深部において、深い地震が発生している点は、海底地震観測の本震直後の解析結果（Shinohara et al., 2025）と調和的である。2024年7月1日の気象庁マグニチュード4.1の地震およびその周辺の地震に代表されるように、周囲に較べてやや深部で発生している地震活動が認められる。

2024年能登半島地震の余震は、P波初動を用いた発震機構解とモーメントテンソル(MT)法による発震機構解で差異が見られることが指摘されていた。P波初動を用いる解析は、地震がダブルカップルであることを仮定している。そこで、震源近傍に設置した海底地震計のデータのP波初動と震幅を用いて、非ダブルカップル成分を含めた発震機構解を求める方法を開発し、2024年能登半島地震の余震が、非ダブルカップル成分を持つものが多いことを明らかにした（図8）。流体の移動と関連すると思われる膨張(ISO)成分に加えて、非体積変化・非剪断(CLVD)成分を持つものが多い。この結果は、能登半島北東延長海域下では、流体移動だけではなく、震源断層が単純な平面であらわせない、構造に異方性があるなどの、複雑な現象を表していると考えられる。

・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動

2024年能登半島地震の震源域東部を横断するMCS測線について、Shinohara et al. (2025)による海底地震観測に基づく余震分布を考慮した構造解釈を行った（図9）。その結果、海底面の地震時地表変位から下方に延びる下に凸な断層面が推定され、余震分布の下限を限ること、複数の断層面からなることなどが明らかとなった。得られた断層構造に基づき、能登半島沖の断層モデルを今後構築する。

・数値計算

今年度の計画にしたがい、昨年度構築した日本列島域の有限要素モデルを用い、西南日本の応力場を計算した。応力場の計算には、2011年東北沖地震以前の西南日本の定常的な変動に基づいて求めた南海トラフ－琉球海溝のすべり速度欠損分布（橋間ほか, 2019）を用いた。計算の結果得られた深さ10 kmにおける応力速度を図10に示す。西南日本では、南海トラフの固着にともなって北西－南東に圧縮軸を持つ横ずれ的応力が蓄積されている。一方、九州より南西方向では、琉球海溝における海溝後退により南北方向の伸張応力が蓄積されている様子が見て取れる。なお、プレート境界面付近で

は力源の離散化が十分ではなく、精度が劣っていることに注意されたい。
得られた応力場と現在の地震活動の整合性を検証した。図11はハーバード大学によるGCMTカタログによる1976–2025年の期間による深さ30 km以浅のMw 7以上の地震のモーメント・テンソルを表す。これらの地震の2つの節面においてクーロン破壊応力変化（ΔCFS）を計算する。実効摩擦係数の値は0.4とした。図12は各地震の震源において計算した応力パターンをΔCFSの値で色付けしたものである。九州東方沖のプレート境界地震を除けば、特に図12 a)の節面では、2004年紀伊半島沖地震とその余震、2005年福岡西方沖地震、2016年熊本地震でΔCFSが正の値を示し、計算した応力場が地震発生と調和的であることを示している。一方、1995年神戸地震や2001年鳥取西部地震においては、ΔCFSが負となり、計算した応力場では地震発生の説明がつかない。これは、近畿－中国地方において、南海トラフの沈み込みだけでなく、伊豆衝突や太平洋プレートの沈み込みも含めたより長期的・広域的な影響を考慮する必要があることを示唆している。また、これらの震源を含む地域の局所的な変形集中の影響（Nishimura and Takada, 2017）も考慮する必要もあるかもしれない。
図13は2025年に発生したF-netにもとづく2025年から2026年1月までのMw 5.5以上の地震のモーメント・テンソルを示す。2025年7月をピークにトカラ列島で群発地震が発生し、また、2026年1月の島根県東部地震は被害をもたらした。図14に、西南日本で発生した内陸地震の震源において計算した応力パターンとΔCFSの値を示す。図12と同様、島根の地震については、計算した応力場では地震発生が説明できない。トカラ列島の地震についても、計算した応力場に対するΔCFSは 1 kPa/yr以下の低い値となった。今回の群発地震の発生域は、火山フロントにおける火山空白域であるが、地下にはマグマの貫入構造がある。したがって、今回の地震活動は火山活動由来のマグマとガスに起因している可能性があり（Arai et al., 2018; 田村, 2025）、それが地震活動とΔCFSの不一致の原因と考えられる。一方、Otsubo and Amezawa (2026)は、応力解析により、トカラ地震は間隙流体の圧力増加よりは、地域の応力場によって発生したと考えられると結論づけた。この場合、この地域の応力を説明するように橋間ほか（2019）にもとづく本研究モデルを修正する必要がある。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
海陸地殻構造探査による上盤側プレートの構造推定と粘弾性三次元有限要素法モデルによるプレート境界の固着状態・上盤側プレート内部の応力状態の計算を一体で進めるというコンセプトで、上盤側プレート内の地震発生の長期予測について新しい手法開発を行ってきた。これまで北海道・東北日本・関東地域について解析を進めてきたが、東北日本のモデル更新と、西南日本のモデル化に向けて着実に研究を進めつつある。この点で、本課題は、関連の深い建議の項目である「2 地震・火山噴火の予測のための研究　(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）イ. 内陸地震の長期予測」の目的に直結する貢献をしている。また、その他関連する建議の項目である「1 地震・火山現象の解明のための研究　(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化　イ. 内陸地震および　エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化」および「5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究　(2) 首都直下地震　(4) 内陸で発生する被害地震」にも、数値計算や震源断層モデルの更新等を通じて貢献をしている。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

Akuhara, T., M. Shinohara, T. Yamada, R. Azuma, R. Hino, K. Obana, T. Takahashi, G. Fujie, S. Kodaira, Y. Murai, H. Baba, Y. Yamashita, and H. Yakiwara. Non-double-couple components of the 2024 Noto earthquake aftershocks: influence on focal mechanism estimation. Earth Planets Space 77, 145 (2025). https://doi.org/10.1186/s40623-025-02279-6, 査読有, 謝辞無

Shinohara, M., R. Hino, T. Takahashi, K. Obana, S. Kodaira, R. Azuma, T. Yamada, T. Akuhara, Y. Yamashita, E. Kurashimo, Y. Murai, T. lsse, K. Nakahigashi, H. Baba, Y. Ohta, Y. Ito, H. Yakiwara, Y. Nakatani, G. Fujie, T. Sato, H. Shiobara, K. Mochizuki, S. Sakai and The R/V Hakuho-maru KH-24-JE01 and KH-24-JE02C shipboard science parties, Precise aftershock activity in the marine source region of the 2024 Noto-Hanto earthquake by rapid response observation using ocean bottom seismometers. Earth Planets Space 77, 43 (2025).

https://doi.org/10.1186/s40623-025-02171-3, 査読有, 謝辞無

東京大学地震研究所・北海道大学大学院理学研究院・東北大学大学院理学研究科・千葉大学大学院理学研究院・東京海洋大学学術研究院海洋資源エネルギー学部門・東海大学海洋学部・京都大学防災研究所・鹿児島大学大学院理工学研究科・海洋研究開発機構、　海底地震計を用いた令和6年能登半島地震の海域余震観測、地震予知連絡会会報第114巻、6-4、2025年9月、https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou114/06_04.pdf, 査読無, 謝辞有

Tonegawa, T., T. Akuhara, Y. Yamashita, H. Sugioka, M. Shinohara, S. Takemura, and T. Tsuji, Accretionary prism deformation and fluid migration caused by slow earthquakes in the Nankai subduction zone, Solid Earth, 16, 579–592, 2025. https://doi.org/10.5194/se-16-579-2025, 査読有, 謝辞無

Shinohara, M., Ishiyama, T., Gusman, A. T. Iwata, K. Satake and T. Saito, Special issue “structures, earthquakes and tsunami hazards in the Sea of Japan”. Earth Planets Space 77, 96 (2025). https://doi.org/10.1186/s40623-025-02221-w, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

悪原岳・篠原雅尚・山田知朗・東龍介・日野亮太・尾鼻浩一郎・高橋努・藤江剛・小平秀一・村井芳夫・馬場久紀・八木原寛・山下裕亮, 能登半島地震余震に見られる非ダブルカップル成分：初動発震機構解推定に及ぼす影響, 日本地球惑星科学連合大会, 2025年5月28日（水）

Ishiyama, T., No, T. and Sato, H., 2025, Active tectonics, tectonic background, and thrust geometries around the source regions of the 2024 Noto Peninsula earthquake (M7.6), EGU Joint Assembly 2025, EGU25-14116.

岩崎貴哉・佐藤比呂志・蔵下英司・石毛宏和・清水英彦・石山達也・飯高隆・篠原雅尚・川崎慎治・阿部進・平田直，2025a. 宮城県大崎平野に見る日本海拡大東端部の地殻改変構造，日本地震学会2025年度秋季大会，福岡国際会議場（福岡市），10月20日～10月22日，S06-02, 日本地震学会.

岩崎貴哉・佐藤比呂志・蔵下英司・石毛宏和・清水英彦・石山達也・飯高隆・篠原雅尚・川崎慎治・阿部進・平田直，2025b. Crust/uppermantle deformation structure across the central NE Japan arc - Integrated interpretation for the 2019 onshore seismic profiling -Lateral variationg, 日本地球惑星科学連合2025大会，幕張メッセ, 5月25日～5月30日，SCG61-P02, 日本地球惑星科学連合.

東京大学地震研究所・北海道大学大学院理学研究院・東北大学大学院理学研究科・千葉大学大学院理学研究院・東京海洋大学学術研究院海洋資源エネルギー学部門・東海大学海洋学部・京都大学防災研究所・鹿児島大学大学院理工学研究科・海洋研究開発機構、海底地震計を用いた令和６年能登半島地震の海域余震観測、第247回地震予知連絡会、2025年5月20日(火)

東京大学地震研究所・北海道大学大学院理学研究院・東北大学大学院理学研究科・千葉大学大学院理学研究院・東京海洋大学学術研究院海洋資源エネルギー学部門・東海大学海洋学部・京都大学防災研究所・鹿児島大学大学院理工学研究科・海洋研究開発機構、海底地震計を用いた令和６年能登半島地震の海域余震観測、地震調査委員会、2025年7月9日(水)

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

・陸域地震観測： 2026年3月に設置した臨時地震観測点を撤収する。紀伊半島で取得されている制御震源探査データの再解析を実施すると共に、新規に取得した稠密自然地震観測データの解析を開始する。

・海域地震観測：2024年能登半島地震の長期余震観測データの解析を継続して、発震機構解を含めた余震活動の時空間変化を明らかにする。2024年に日本海から回収した広帯域海底地震観測データの解析を継続して、精度のよい深部構造を求める。

・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：引き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（近畿地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により構造の長期間地殻変動を推定する。
・数値計算：相模トラフ、伊豆小笠原海溝のプレート境界プロセスと東北沖地震の影響を考慮し、関東地方および伊豆小笠原弧の応力状態を検討する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚（東京大学地震研究所）, 蔵下英司（東京大学地震研究所）, 石山達也（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

東京学芸大学, 地震予知総合研究振興会, 静岡大学防災総合センター, 防災科学技術研究所, 弘前大学

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：篠原雅尚
所属：東京大学地震研究所

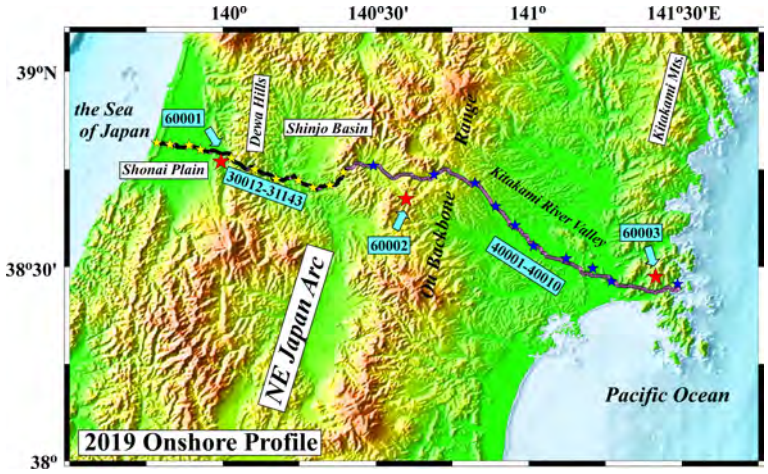


図1 2019年陸域測線図。
ダイナマイト発震点と震源車による多重発震点を、それぞれ赤と黄・青の星印で示した。発震点と受振点総数は、それぞれ24及び1,667点である。

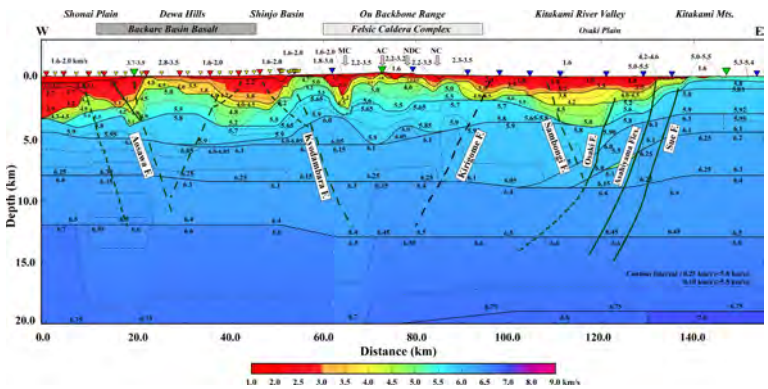


図2 深さ20kmまでの速度構造図。
地質体区分及び断層位置（黒実線・鎖線）・カルデラ位置（灰色矢印）は佐藤・他 (2020a,b)による。

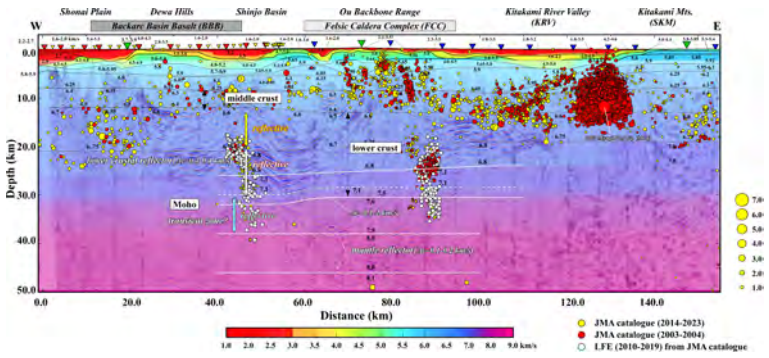


図3 上部マントルまでの速度構造図。
白線は，後続波走時・震幅から推定された中部地殻-上部マントルに推定される速度不連続面である．この図には，蔵下・他.(2022)の反射断面及び気象庁一元化震源を重ね合わせた．2013-2023年までの震源を黄丸，2003年宮城県北部地震を含む2003-2004年の震源を赤丸でしました．白丸は低周波地震(2010-2019)である．

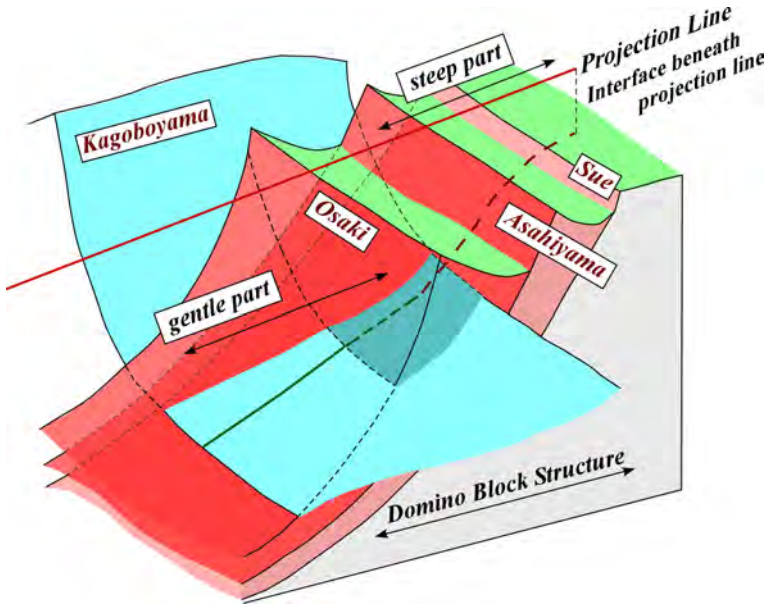


図4 北上河谷帯-北上山地における地殻浅部西傾斜構造の概念的解釈図。

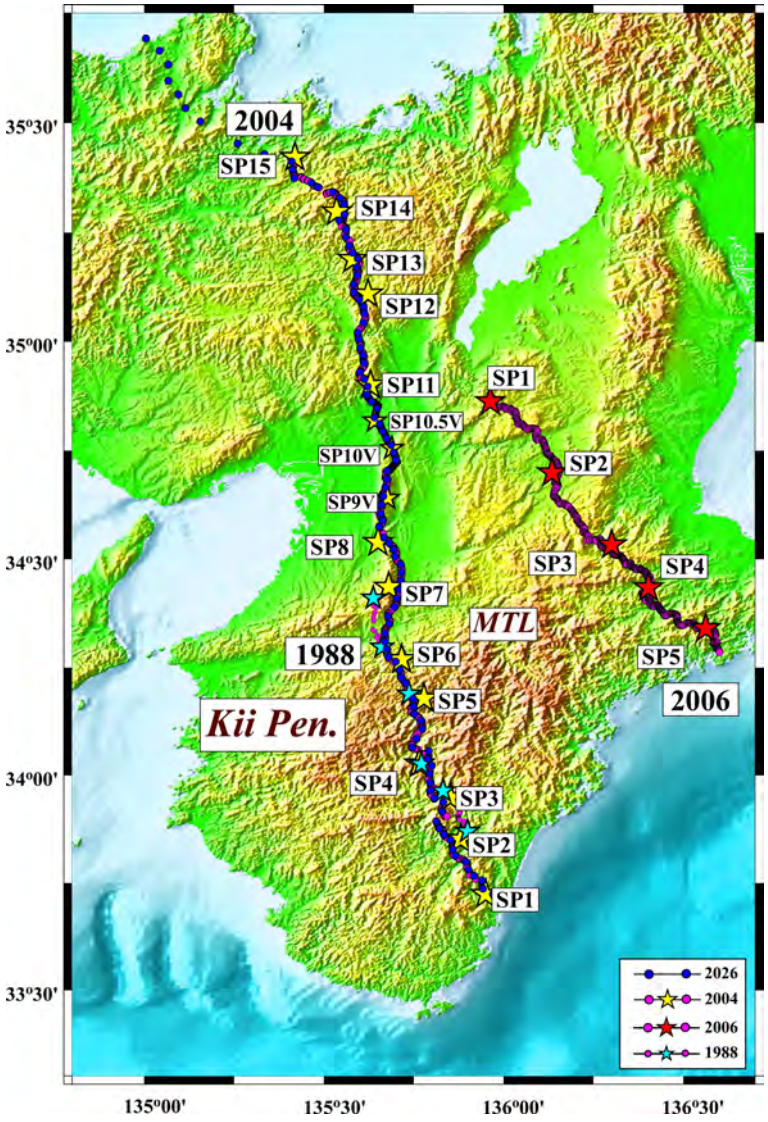


図5 紀伊半島における新規稠密臨時地震観測点と既往制御震源探査測線図。
青丸が2026年3月中旬からの観測開始を予定している臨時地震観測点の位置を示す。

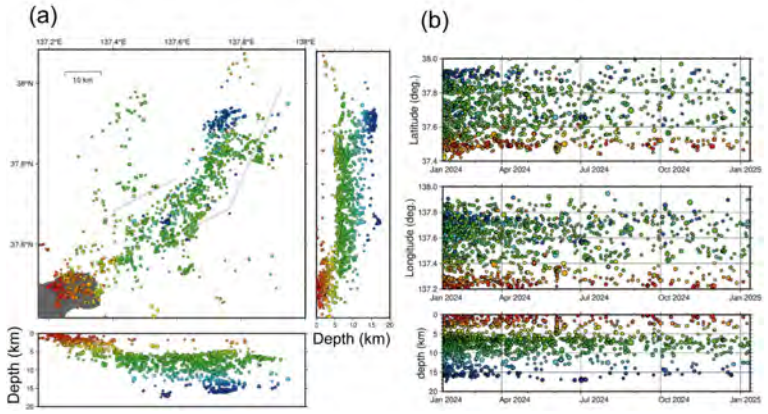


図6 ダブルディファレンス法による震源分布。
海底地震観測による震源分布図(2024年1月21日～2025年1月12日)（左）と時空間分布図（右）を示す。図中の丸の色は震源の深さ、大きさはマグニチュードを表す。図中の灰色太線は「日本海地震・津波調査プロジェクト」による断層モデル（NT2－NT4）の上端を示す。

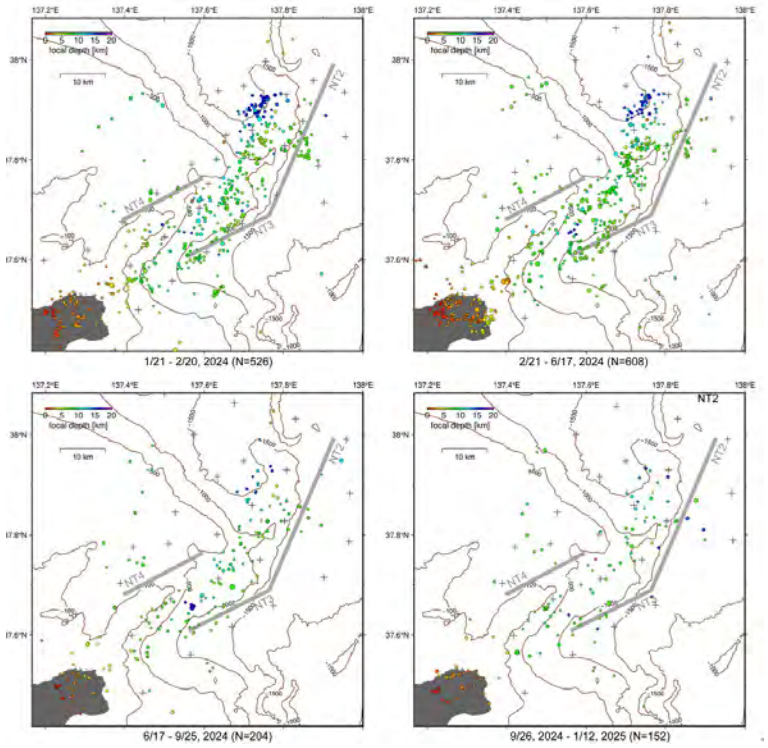


図7　観測期間別の震源分布。
震央（図中の丸）の色は震源の深さ、大きさはマグニチュードを表す。左上は第1期観測（2024年1月21日～2月20日），右上は第2期観測（2024年2月21日～6月16日），左下は第3期観測（2024年6月17日～9月25日），右下は第4期観測（2024年9月26日～2025年1月12日）期間中の震源分布。図中の十字は各期間中の観測点位置、灰色太線は「日本海地震・津波調査プロジェクト」による断層モデル（NT2 – NT4）の上端を示す。

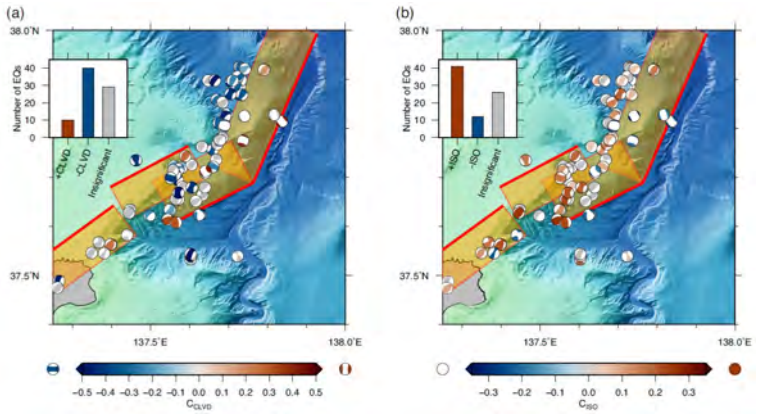


図8　海底地震計データから求められた非ダブルカップル成分を含む発震機構解。
CLVD成分(左)とISO成分(右)を示す。赤が正、青が負の値を表している。正のIOS成分に加えて、負のCLVD成分を持つものが多い。

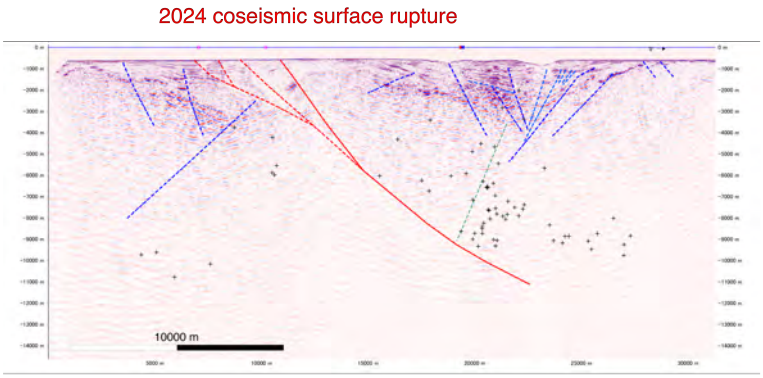


図9 TA-T1測線（Ishiyama et al., 2017）の再解釈断面。
黒十字はShinohara et al. (2025)による余震分布を示す。

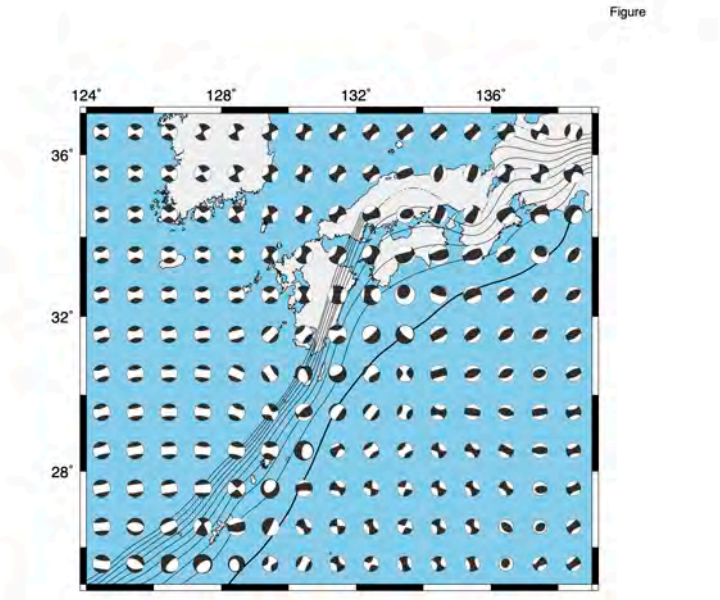


図10 本研究の有限要素モデルにより、南海トラフ－琉球海溝のすべり速度欠損分布を与えて計算した定常的応力場。

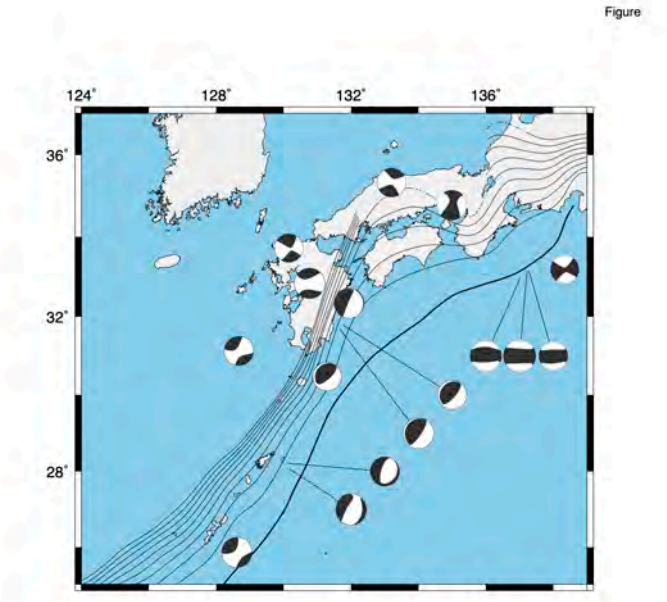


図11 ハーバード大学GCMTカタログに基づく1976年－2025年の深さ30 km以浅、西南日本－琉球におけるMw 7以上の地震のモーメント・テンソル。

Figure

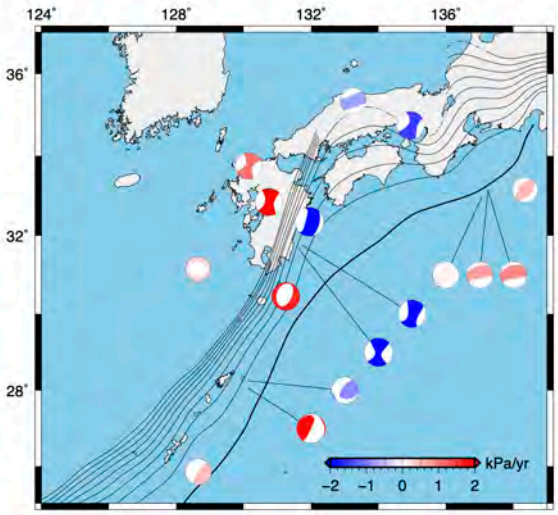


図12(a) 本研究の定常的応力場によりMw 7以上の地震にかかるクーロン破壊応力変化（ΔCFS）。
計算において実効摩擦係数の値は0.4とした。a), b)は、各地震の二つの節面に対するΔCFS。

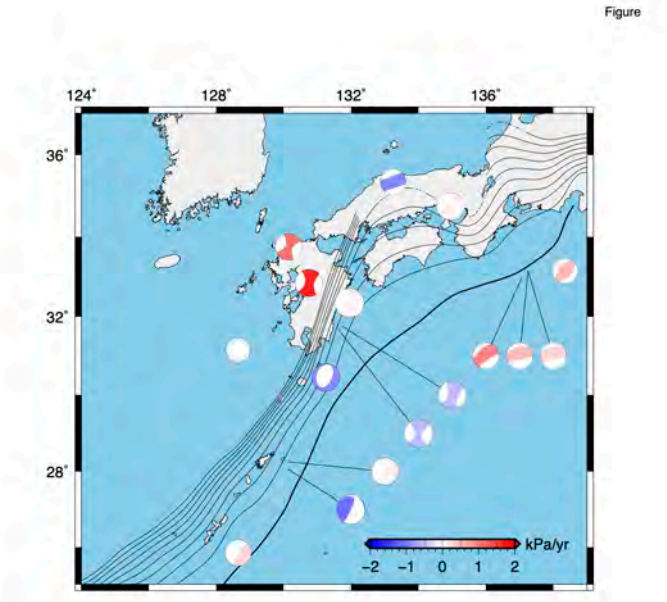


図12(b) 本研究の定常的応力場によりMw 7以上の地震にかかるクーロン破壊応力変化（ΔCFS）。
計算において実効摩擦係数の値は0.4とした。a), b)は、各地震の二つの節面に対するΔCFS。

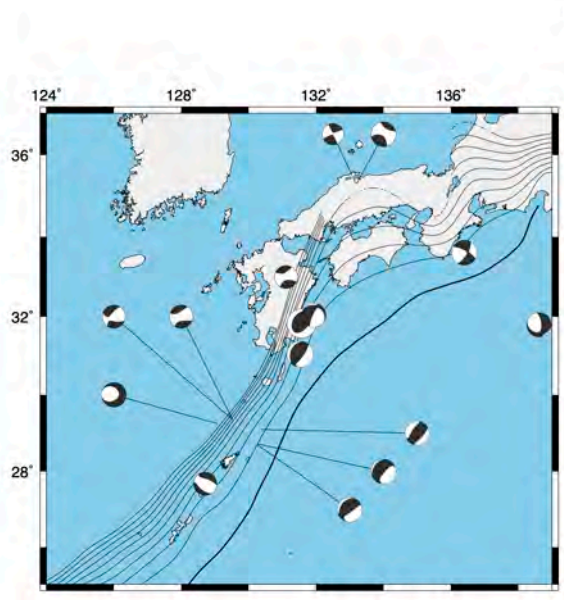


図13 防災科学技術研究所F-netメカニズム解カタログに基づく2025年－2026年1月の西南日本－琉球におけるMw 5.5以上の地震のモーメント・テンソル。

Figure

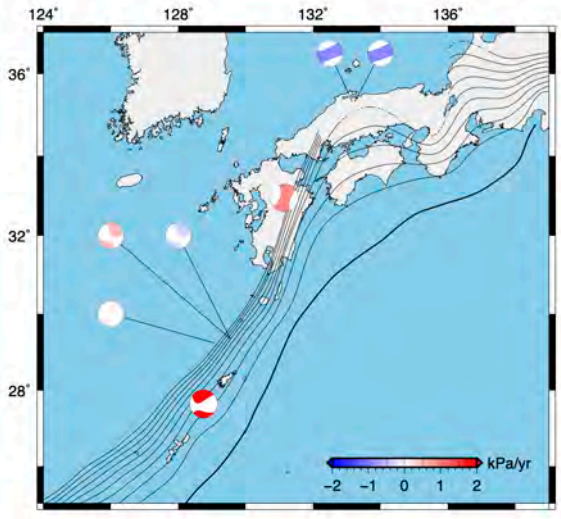


図14(a) 本研究の定常的応力場により2025年－2026年1月の西南日本のMw 5.5以上の内陸地震にかかるクーロン破壊応力変化（ΔCFS）
計算において実効摩擦係数の値は0.4とした。a), b)は、各地震の二つの節面に対するΔCFS。

Figure

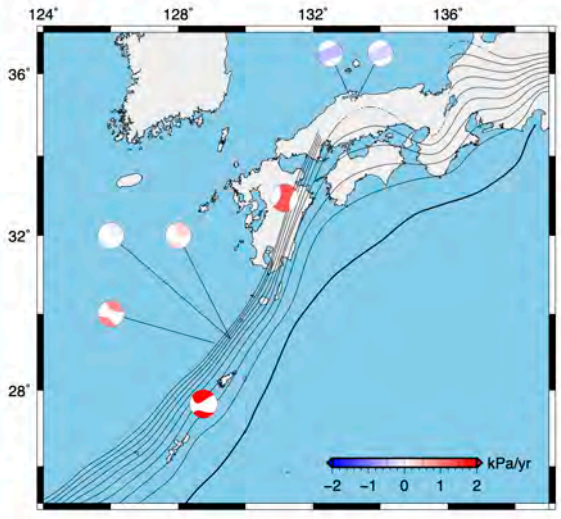


図14(b) 本研究の定常的応力場により2025年－2026年1月の西南日本のMw 5.5以上の内陸地震にかかるクーロン破壊応力変化（ΔCFS）。
計算において実効摩擦係数の値は0.4とした。a), b)は、各地震の二つの節面に対するΔCFS。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_09

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）大規模活断層帯の活動・構造の複雑性を考慮した内陸地震長期予測モデルの構築
（英文）Constructing a new long-term earthquake recurrence model from large active fault zones constrained by structural and behavioral complexities

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

長大な断層帯では、その活動史や構造の複雑性等を起因として、過去の地震活動を説明するセグメント区分に大きな課題がある。例えば、糸魚川―静岡構造線断層帯では、断層トレース・活動履歴などからセグメントに区分されているが、断層帯北部で近年明らかになりつつある横ずれ変位地形や地質断層沿いの変位地形、断層トレースや一回り小さな地震等の複雑な活動履歴、断層形状とリンクしたセグメント構造など、過去の複雑な活動性を説明するためには課題が多い。また、阿寺断層帯でも従来のセグメント境界が複雑なため、断層帯北部と南部の境界における地下構造を解明して地質構造の発達過程を反映した地震発生モデルを検討する必要がある。

そこで、糸魚川–静岡構造線断層帯・阿寺断層帯・濃尾断層帯等、複数セグメントからなる長さ50 km程度を越える長大な大規模断層帯を対象に、航空レーザー測量データに基づく超高精度DEMを用いた変動地形解析により、特に山地域や地質断層沿いの変位地形を含む、断層帯全域の詳細位置・変位様式の再検討を行う。その結果に基づき、既往の活動履歴調査を踏まえ、最新活動時期や活動の複雑性などの活動時期に関する情報や長期間の平均的な活動性を示す平均変位速度に関する情報について更新・新規取得の必要な箇所を選定し、変動地形・地質学的手法による古地震調査を行う。過去の重要な古地震データについても、活動履歴等に再検討の必要がある場合には最新の年代測定技術・手法を用いた再調査を実施する。さらに、セグメント境界部やすべり分配など活動の複雑性が認められる箇所における浅層反射法地震探査・重力探査等の地下構造調査等により活動の複雑性を制約する断層の不均質構造を推定する。

これらの調査観測から明らかになる大規模活断層帯の複雑性を含む活動履歴と詳細活断層トレース等の断層不均質構造と、地震活動・応力場・温度構造・地震波速度構造などの地球物理学的観測を比較検討し、テクトニック環境を考慮した変動地形・古地震・構造地質学的データや、測地学的ひずみ速度と地質学的ひずみ速度の比較を行い、地震発生モデルの構築を行う。また、活断層周辺における測地学的な地殻変動量・速度場を高空間分解能で推定し、変動地形学的に得られる変位量・平均変位速度等との比較を行い、地震間の歪速度の蓄積と地震における歪解放のプロセスを定量的に検討する。加えて、調査対象以外の大規模活断層帯についても、既往研究のコンパイルを行い、同様の検討を行

うほか、長さ50 km程度以下の活断層の地震発生モデルとの比較・検討を行う。
なお、研究期間中に内陸地震が発生した場合は、活断層の地震発生モデルの構築・長期予測を高度化する上での重要な基礎的データとなり得ることから、古地震調査等の調査研究を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

（令和６年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯・阿寺断層帯等を対象に、活断層周辺の航空レーダー測量のDEMデータを収集・作成し、変動地形解析・地形地質調査により断層帯全域の詳細位置・変位様式の再検討を行う。また、先新第三系基盤岩類・新第三系の分布域で地質構造調査を行い、活断層周辺の割れ目の分布、断層の走向・傾斜、変位センスなどの構造地質学的データを取得する。加えて、調査対象以外のテクトニック環境の異なる大規模活断層帯を選び、既往研究に基づく断層トレース・活動性等の情報収集を行う。
（令和７年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯中部において、前年度得られた断層トレース沿いの変動地形学的調査を実施し、上下・横ずれ変位量の変位量比分布を推定する。また、阿寺断層帯等を対象に、変動地形・構造地質学的調査・解析により、セグメント境界付近での断層の分岐等の地質構造の特徴を把握する。また、構造探査によってセグメント境界の詳細構造を明らかにし、複数の断層トレースとセグメントの関係を解明する。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学の研究成果や調査対象以外の大規模活断層帯の断層トレース・活動性等の情報収集を引き続き行う。
（令和８年度）阿寺断層帯等を対象に、断層帯を構成する個々の活断層の変位量・平均変位速度を更新・新規取得し、万年～十万年オーダの平均的な活動性と空間分布を把握する。また、糸魚川―静岡構造線活断層帯等において、活動時期に関する情報が少ない断層トレースを中心に活動履歴調査を行う。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学的情報を収集するほか、地震波速度構造・応力場等の推定を進める。
（令和９年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯北部にて断層構造を解明するための構造探査と変動地形調査を実施し、既往の構造探査の結果を踏まえて断層沿いの変位ベクトル分布を解明する。また、阿寺断層帯等を対象に、セグメント境界周辺の詳細地質構造と、特に活動時期の決定精度の点で再検討が必要な断層トレースにおいて高精度14C年代測定等を適用した活動履歴調査を行い、セグメント境界部の地質構造の発達過程を考慮した地震発生モデルを検討する。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学的情報を収集するほか、D90・D95、温度構造等の推定を進める。
（令和10年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯・阿寺断層帯等を対象に、これまでの地形・地質学的な調査結果を踏まえて、断層トレース・変位様式・平均変位速度分布・地質構造発達過程・セグメント構造と応力場・地震活動・地震波速度構造等の地球物理学的観測に基づき、古地震活動の複雑性を説明する地震発生モデルを構築する。なお、必要に応じて補足的調査・年代測定が必要な場合は実施する。また、調査対象以外のテクトニックセッティングの異なる大規模活断層帯についても同様の検討を行い、今後の課題をついて取りまとめる。
また、測地学的手法による活断層周辺の地殻変動量・速度場の推定については、５年間を通じて実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

○糸魚川―静岡構造線活断層系の浅層反射法地震探査

長野県白馬村における姫川支流の松川左岸には、南に位置する神城地域より南北に伸びる神城断層による変位地形が複数のトレースに分かれて分布している。2014 年神城断層地震では、そのうちの東側に分布する断層トレースに沿って地表地震断層が出現した。しかし、この地表地震断層の西側に分布する松川の段丘上の活断層には何の変位も生じなかった。地形学や古地震学の調査から、神城断層には異なるすべりベクトルを持つ複数のタイプの地震が存在し、それぞれのタイプの地震で活動する断層トレースが異なる可能性があることが示唆された。そこで、本年度は、これらの活断層のトレースの地下における構造的関係を解明することを目的として地震研究所所有のミニバイブレータを用いた浅層反射法地震探査を 2025 年 10 月末に実施した。測線は松川に沿い盆地を横断する白馬村どんぐり地区から野平地区にかけて設定した。測線長は約 6.2 ㎞ である。受信点間隔は 10 m（一部 20 m）とし、621 チャンネルの固定展開で、固有周波数 10 Hz のジオフォンを用いた。発震はスウィープ長が 16 秒、周波数が 10-100 Hz で、サンプリングレートが 2 ms、スタック数は 3 回～ 10 回である。

記録は良好で、0.5ｓの深さまで反射面が確認でき、初動は1.5㎞程度まで届いている。データ処理は，CMP 重合法に基づく標準的な処理を行い、時間断面を作成した（図１）。

その結果、測線の西側から、基盤と堆積物の境界と思われる反射イベント、撓曲変形を伴う西傾斜の低角な逆断層による背斜および反射面の不連続、CMP 450～650 付近の複雑な地表変形の下地表下約 0.2 秒に反射イベントの不連続部に強い東傾斜の低角な反射イベント，2014年地震の地表地震断層が確認されたCMP 600 付近を境に反射イベントが乏しくなる不連続、CMP830 付近の 2014 年地震の地表地震断層に相当する西傾斜の反射面とほぼ水平は反射面の境界、CMP1040 付近の地質断層を境に西傾斜の反射面などが確認された。現時点では、神城断層は第四紀前期の地質を変形させる断層が地下浅部で低角になり、その上盤側ではいくつもの断層に分岐して地表に達している可能性が高いことが示唆された。

◯阿寺断層帯の変動地形・構造地質学的調査

阿寺断層帯において本年度は、変動地形・古地震・構造地質学的調査により、セグメント境界付近での断層の分岐・連結等の地質構造と活動時期の特徴を把握した。

令和６年度に断層帯中部付近の断層並走部に分布するリニアメント上で観察した活断層露頭において、火山灰分析に加えて放射性炭素年代測定を行い、約 1 万年前以降に複数の断層運動があった可能性を示した（図2a）。また、高分解能の 0.5 m DEM から作成した MPI 赤色立体地図（Kaneda and Chiba, 2019）を用いて地形判読を行い、活断層の並走部やステップ部において、活断層をつなぐようなリニアメントを各所で確認した。そのうち、次の３カ所について地形・地質踏査を行なった。

阿寺断層帯を構成する阿寺断層（狭義）と小和知断層のステップ部では、段丘面を変位させる複数のリニアメントを確認した（図2b）。地形断面測量の結果、リニアメントを境に高位段丘面で約４m、中位段丘面で約 2 m の上下変位量が認められ、変位の累積性からリニアメントは活断層であると考えられる。また、このステップでは、林道の法面に腐植土層を切る西北西–東南東走向の断層が分布している。この腐植土層に含まれる炭の年代が約1000年前であることから、最近も活動していると考えられる（図2b）。

湯ヶ峰断層と下呂断層とが並走する地域において、湯ヶ峰断層の周辺に段丘面を変位させるリニアメントを複数確認した（図2c）。また、そのリニアメント上で基盤岩と礫層とが断層で接する露頭を観察した（図2c）。礫層中には、黒色腐植土があり、そこに含まれる炭の年代が約 1 万年前であることから、最近も活動していると考えられる。なお、湯ヶ峰断層と下呂断層の間は破砕帯が広く分布しているが、約 1,400 万年前の安山岩岩脈は破砕していないことから、破砕帯の一部は現行とは別の断層運動で形成されたと考えられる。

以上のように、高分解能の航空レーザ測量データに基づく超高精度DEMを用いることで、活断層が並走やステップする部分に活断層を繋ぐようなリニアメントを把握できるようになってきた。さらに露頭情報から、そのリニアメントの一部は 1 万年前以降や1,000年前以降にも活動している可能性が高い。一方で、この地域の破砕帯全ては活断層の運動で形成されたわけではない。これらのことは、ステップや並走する活断層の発達過程、さらには連動やセグメント境界の解明にとって重要な成果である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

糸静線活断層帯北部と阿寺断層帯の活動に関連して、歴史地震である1714年小谷正徳地震と1586年天正地震の解釈や内陸で発生した過去の被害地震の解明に貢献するデータが得られつつある。今後、年代データを蓄積し活動履歴を高精度化することで、内陸活断層地震の長期評価および被害想定の高度化に直接的に貢献できると考えられる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

道家涼介・黒澤英樹・下山みを, 2025, 神奈川県東部ヒンジライン周辺における地下構造の重力異常データによる検討, 活断層研究, 63, 19-27., 査読有, 謝辞無

松多信尚・白銀美里・太田麗, 2025, 伊勢名所図会歌合絵巻から推察する明応の津波の影響地形学的

解釈, 月刊地球, 47, 388–398., 査読無, 謝辞無

安江健一, 2025, 内陸型地震を解き明かす分析技術 活断層はいつ・どこで・どれくらい動いたか？, 応用物理, 94, 37-38., 査読有, 謝辞無

安江健一・廣内大助,2025,阿寺断層帯における最新活動時期と1586年天正地震時の被害,月刊地球, 47, 355-366., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

原西絢太・後藤秀昭, 2025, 上野盆地に分布する大野木断層の変動地形と活動開始時期, 日本活断層学会2025年度秋季学術大会, P-13.

廣瀬健大朗・安江健一・石山達也・廣内大助, 2025, 阿寺断層帯中部のステップ部における断層の変位と活動時期に関する研究, 日本活断層学会2025年度秋季学術大会講演予稿集, 39-40.

細矢卓志・後藤 慧・寺田龍矢・安江健一, 2025, 飛騨川河床に現れた阿寺断層露頭の変遷,日本活断層学会2025年度秋季学術大会講演予稿集, 37-38.

Ishiyama, T., No, T. and Sato, H., 2025, Active tectonics, tectonic background, and thrust geometries around the source regions of the 2024 Noto Peninsula earthquake (M7.6), EGU Joint Assembly 2025, EGU25-14116.

石山達也・佐藤比呂志・斉藤秀雄・石毛宏和・中田 守・阿部 進, 2025, 三浦半島断層群および海域延長部（相模湾側）におけるマルチスケール反射法地震探査, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS14-07.

宮坂泰希・堤　浩之・木村治夫, 2025, 2024年能登半島地震に伴い珠洲市若山町に生じた地表変状の地中レーダ探査による極浅部地下構造の解明, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS14-P04.

太田麗・顔一勤・顔君毅・陳土豪・松多信尚・石山達也・廣内大助・杉戸信彦・福永拓真, 2025, 台湾東部花東縦谷断層における自然露頭に基づく完新世活動履歴, 日本活断層学会2025年度秋季学術大会, P-16.

白銀美里・松多信尚, 2025, 過去30万年間の更新統段丘と完新世段丘の隆起速度の違いについて, 日本地球惑星科学連合2025年大会, HQR05-P01.

高橋尚志・小倉拓郎・飯塚浩太郎・岩佐佳哉・早川裕弌・青木賢人・松多信尚, 2025, 能登半島北西部，八ヶ川河口部において2024年能登半島地震後に生じた下刻, 日本地球惑星科学連合2025年大会, U11-P01.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

阿寺断層帯等を対象に、断層帯を構成する個々の活断層の変位量・平均変位速度を更新・新規取得し、万年～十万年オーダの平均的な活動性と空間分布を把握する。また、糸魚川―静岡構造線活断層帯において、前年度得られた反射法地震探査の成果等を精査し、活動時期に関する情報が少ない断層トレースを中心に変動地形学的調査を行う。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学的情報を収集するほか、地震波速度構造・応力場等の推定を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

石山達也（東京大学地震研究所）, 白濱吉起（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

弘前大学, 岩手大学, 東北大学, 中央大学, 法政大学, 東京都立大学, 東洋大学, 信州大学, 富山大学, 名古屋大学, 同志社大学, 岡山大学, 広島大学, 山口大学, 愛媛大学, 大分大学, 防災科学技術研究所, 千葉県立中央博物館, 地震予知総合研究振興会

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石山達也
所属：東京大学地震研究所

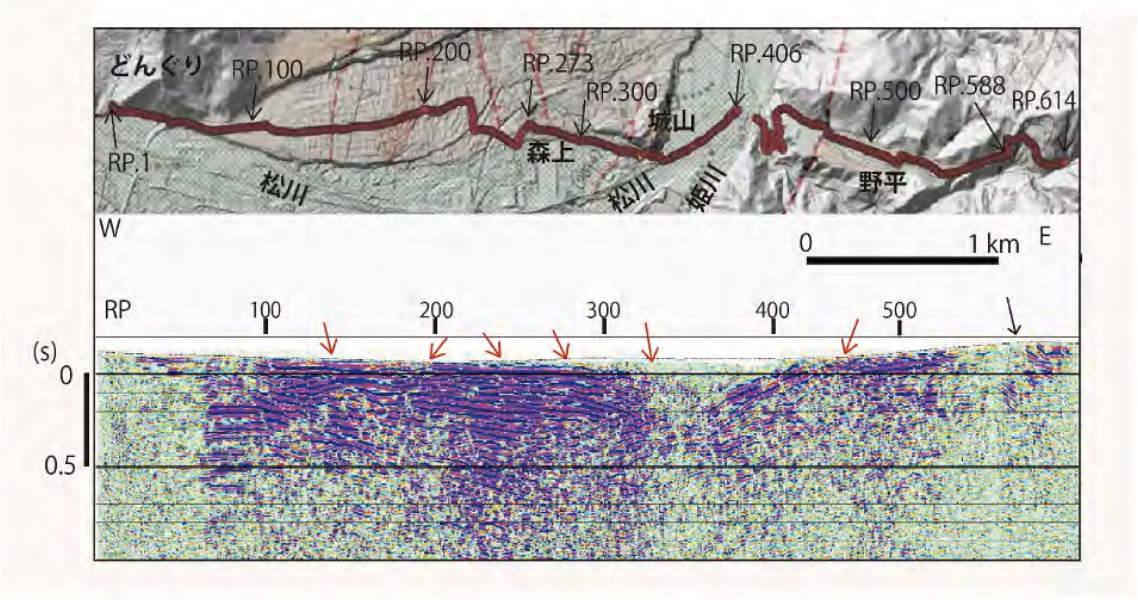


図 1　神城断層浅層反射法地震探査、ブルートスタック時間断面.

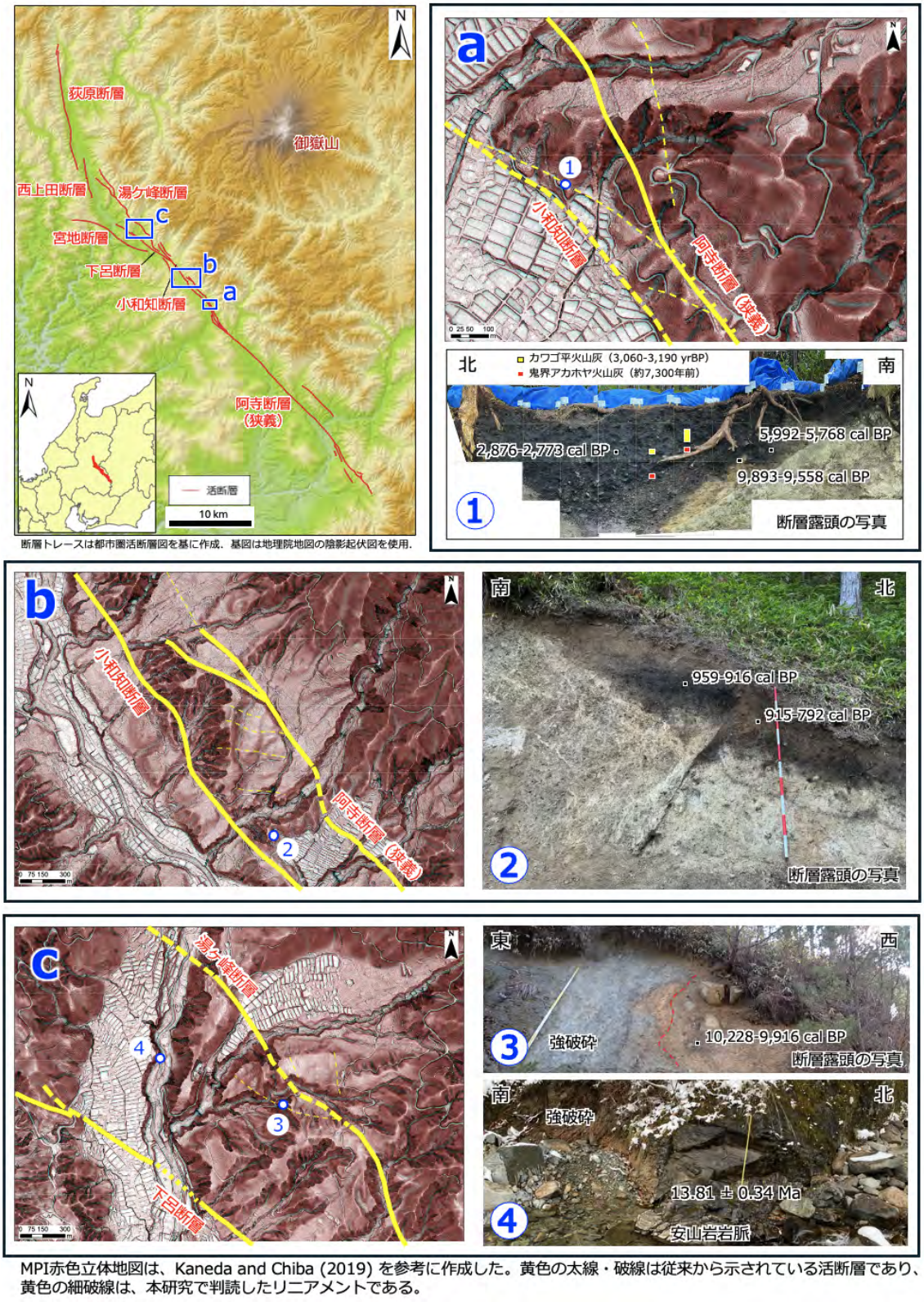


図2　阿寺断層帯を構成する活断層のステップ部・並走部の特徴的な地形・地質.

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_10

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）繰り返し地震を用いた地殻活動と地震再来特性の研究
（英文）Research on crustal deformation and earthquake recurrence characteristics using repeating earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

繰り返し地震を用いて断層面の固着状態の時空間変化をモニタリングする手法を高度化し、短期・局所的な変動から長期・広域にわたる変化までを明らかにする。また、震源断層における地震性および非地震性すべりの階層的構造や非地震性すべりの力学的モデルの理解を深め、大地震発生確率との関係を調べる。さらに、繰り返し地震の再来特性を理解し、統計的アプローチにより繰り返し地震の発生予測手法の改良および予測を試行する。これらの研究を基に、将来発生する大地震の発生ポテンシャルの推定、さらには発生予測に役立てることを目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

1．繰り返し地震カタログの作成・公開

世界全域を対象に繰り返し地震カタログを作成し、研究に活用できるようにする。本課題では、前計画までに実施してきた繰り返し地震のカタログ生成だけではなく、任意の場所の繰り返し地震活動を迅速に把握して地震発生をモニタリングできるようなシステムを構築し、公開する体制を整える（R8-10）。また、日本列島周辺の沈み込み境界で発生した繰り返し地震のみならず、世界全域、内陸地域等で発生した地震に関しても活用を進める。島嶼部地震観測空白域である伊豆鳥島での地震観測を前期計画から継続して行い、地震カタログを作成する。深層学習等を利用した新たな繰り返し地震探索手法を検討し、蓄積された観測データへの適用を行う。

2．断層面固着状態のモニタリング

繰り返し地震カタログを用いて、沈み込むプレートの境界および内陸活断層における固着状態の時空間変化をモニタリングする。地震活動や地殻変動等の観測データとの比較検討や確率過程モデルを用いた推定手法の改良を行い、断層面におけるすべり推定をさらに高度化する。また、各地域の地震発生の特徴に応じた地域分けを行うことにより、ゆっくりすべりに伴う短期・局所的な変動から、巨大地震の発生サイクルのステージに応じた長期・広域にわたる変化までを明らかにする。さらに、繰り返し地震から推定されるプレート間非地震性すべりとスラブ内地震、上盤側プレート内地震との相互作用について検討を行う。

3．震源階層構造および繰り返し地震発生過程の解明

繰り返し地震群の震源過程を調査し、震源断層における破壊すべりの階層的構造を調査する。特に、破壊の伝播方向と破壊の複雑性に注目した解析を行い、M5以上の中規模地震については破壊過程の細部まで解像することを目指す。また、内陸などプレート境界以外の場所も含めた様々な場所で発生する繰り返し地震について、その繰り返しの条件や、震源の特徴、地震発生サイクルの特徴を明らかにすることを目指す。

4．地震の再来特性の解明

繰り返し地震に見られる地震の再来特性の特徴や原因を、統計的手法および数値シミュレーションにより明らかにする。統計的手法については、繰り返し地震活動の時空間変化の将来推移を予測する手法を改良して将来発生確率を評価し、発生実績との比較検証を行う。数値シミュレーションについては、観測された地震の再来特性を速度状態依存摩擦構成則に基づき再現し、想定される摩擦特性の推定することを目指す。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1．繰り返し地震カタログの作成・公開

日本全国の定常観測網で観測された地震波形データを蓄積し、日本列島周辺で発生した繰り返し地震活動の検出を行った。島嶼部地震観測空白域である伊豆鳥島での地震観測を継続して行った。

昨年度までに行ってきた能登半島群発地震震源域における繰り返し地震検出について、より厳しい条件を用いて再検出を試みた。波形の類似性と震源の重複度から繰り返し地震の同定を行うが、使用する観測点数や条件により検出数が大きく異なることが問題であった。本研究での系統的調査により、波形の類似性については2観測点以上でコヒーレンス値0.98以上という条件を設けることで、安定した検出ができることが明らかになった（その条件に合う地震は、90%近い割合で震源の重複度も高い）。検出された繰り返し地震（40系列）のうち38系列はdoubletであった（図1）。発生間隔は数ヶ月から1年以上のペアが多い。興味深いことに、同じ系列でもマグニチュードが0.5以上異なる繰り返し地震が発生している事例も複数明らかになった。M7.6直前には繰り返し地震は発生していないという特徴がある。

日本の地震基盤観測網のデータを用いた震源決定の効率化・高精度化を目的として、気象庁が過去に読み取った地震波到達時刻を用いて深層学習走時検測器を訓練した。Naoi et al. (2024) では、8年分610万波形を用いたPhaseNetモデルの訓練を実施したが、本年度はモデルアーキテクチャの改良と20年分2500万波形のデータを用いて訓練を行い、新モデルPhaseNeXtを開発した。作成したモデルを、1994年1月1日から1999年1月14日に九州大学、鹿児島大学、京都大学、気象庁等が収集した日向灘周辺の未公開データに適用した。1996年のデータに対しては当時気象庁カタログの約3倍の数

の震源を決めることに成功した。得られた結果からは、2024年8月に発生したM7.1の地震のすべり域に対応する領域が空白域として明瞭に見られるなど、日向灘地域の地震活動を従来より詳細に描き出すことができた。

2．断層面固着状態のモニタリング

作成した繰り返し地震カタログを用いて、日本列島周辺の沈み込むプレートの境界および内陸活断層におけるすべりの空間分布・時間変化の特徴を調べた。

能登半島群発地震震源域で検出された繰り返し地震の多くはNクラスター内の1枚の断層面上に多く分布する。それらから推定した断層面上での平均的な非地震性すべりは3年間で約20cmであった。このすべり量から期待される地表変位は0.5cm以下であり、GNSSでは検出できない小さなすべりがあったと考えられる。

Igarashi and Kato (2021)で検出した、1989年9月から2016年2月までの間に発生した中規模相似地震カタログを使用して、千島－カムチャツカ地域におけるプレート間固着を調査した。2025年7月30日に発生したロシア、カムチャツカ半島東方沖地震（Mw8.8）のすべり分布と比較したところ、その震源地点を含むすべり域北部および最南部ではやや強い固着、南部では強く固着していた領域と一致した。一方、すべり域の南方は、平均すべり速度がプレート収束速度に近い領域となっていた。

S-netおよび深層学習を用いて、東北日本海域の震源決定を行い、精度が良い震源カタログを得た(Suzuki et al., 2025)。震源決定により、プレート境界深度35-75kmに繰り返し地震の集中域を見出した。さらにその下方のスラブ地殻内および上方の上盤でも地震活動が活発であり、沈む込むプレートからの鉛直に伸びる流体の移動経路を示していると考えられる。プレート境界においては、繰り返し地震の多発帯に相当する”前弧地震帯”では、非地震性すべりが卓越して、大地震の滑り域の拡大を規制する領域となっていると考えられる(Suzuki et al., 2025; 図2)。このような沈み込むプレートからの流体の分離と移動は、地震発生ポテンシャルの地域変化の見積もりの上で重要である。

3．震源階層構造および繰り返し地震発生過程の解明

繰り返し地震と特定された地震群のマグニチュード変化が、破壊域および破壊過程の有意な変動を表していることを明らかにした (Yoshida & Ide, 2025; 図3)。東北地方太平洋沖地震の直後には、破壊域の拡大とすべり量の増加が顕著に見られ、その後徐々に回復する傾向が確認された。一方で、破壊開始直後の挙動には有意な違いが見られなかった。このことは、本震後の余効すべりに伴う載荷速度の変化が、破壊の開始点ではなく、開始した破壊の停止条件に影響を与えたことを示唆している。また、スラブ内地震に関して、繰り返し地震の欠如からプレート境界との発生場の相違を示した（Yoshida, 2025）。

4．地震の再来特性の解明

階層時空間ETAS（HIST-ETAS）モデルを用いて全日本の地震活動に対する背景強度を算出し、その空間分布がM7クラス地震の震央位置と良く対応することを明らかにした。さらに、内陸部 (図4) および東北日本沈み込み帯（図5）では、背景強度と繰り返し地震の活動度との間に顕著な相関が認められた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本課題は、繰り返し地震の解析研究を通して、将来発生する大地震の発生ポテンシャルの推定、さらには発生予測に役立て、災害の軽減に貢献することを目指している。

今年度は、基礎となる繰り返し地震カタログの作成も着実に実施し、プレート境界および内陸活断層における断層面固着状態の解析を進めた。また、沈み込むプレートからの流体移動経路を示すと考えられる地震活動を、高精度震源カタログを基に見いだし、地震発生ポテンシャルの地域変化を評価する上で重要な情報を得た。繰り返し地震の震源過程の調査は、「地震発生の物理モデルに基づく予測と検証」のモデル構築への貢献に資する。海域における地震発生の予測強度（空間確率）およびGutenberg–Richter則に基づくシミュレーションは、各地の長期的な津波リスクなどの定量的評価に結びつく。

来年度以降も、繰り返し地震の再来特性の理解をさらに深め、繰り返し地震の発生予測へとつなげる予定である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Hirano, S. and M. Naoi, 2025, DiallelX: a modern Fortran code for Network Cross-correlation, Progress in Earth and Planetary Science, 12, 31, doi:10.1186/s40645-025-00701-x, 査読有, 謝辞有

熊澤 貴雄・尾形 良彦, 2025, 日向灘沖南部の余震活動について, 地震予知連絡会会報, 114 (9-4) 429-439, 査読無, 謝辞無

Naoi, M., K. Shimojo, and K. Tamaribuchi, 2025, PhaseNeXt: Neural phase picker trained on 20-year records to process the JMA-unified data set, submitted to Earth, Planets and Space, doi:10.21203/rs.3.rs-8174647/v1 (preprint), 査読有, 謝辞有

尾形良彦, 2025, 地震予測の統計地震学の進歩と課題：阪神・淡路大震災から30年, 地震予知連絡会会報, 113 (11-9) 480-489, 査読無, 謝辞無

Ogata, Y, 2026, Seismicity insights and forecasting with Delaunay-based hierarchical models, Earth Planet Space, in press, doi:10.1186/s40623-025-02351-1, 査読有, 謝辞無

Suzuki, R., N. Uchida, W. Zhu, G. C. Beroza, T. Nakayama, K. Yoshida, G. Toyokuni, R. Takagi, R. Azuma and A. Hasegawa, 2025, The forearc seismic belt: A fluid pathway constraining down-dip megathrust earthquake rupture, Science, 389, 190-194, doi:10.1126/science.adt6389, 査読有, 謝辞有

Yoshida, K., 2025, Different Seismogenic Environments of Interplate and Intraslab Earthquakes: Re-Examination of Apparent Repeating Earthquakes, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, 8, e2025JB031433, doi:10.1029/2025JB031433, 査読有, 謝辞無

Yoshida, K., and S. Ide, 2025, Highly Systematic Response of Seismic Rupture Patterns to Background Loading Rate: Insights From Repeating Earthquakes, Geophys. Res. Lett., 52, doi:10.1029/2025GL115207, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

平野史朗・直井誠, 2025, マッチドフィルター解析のためのオープンソースソフトウェアの性能評価，日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS12-01.

五十嵐俊博, 2025, 相互相関係数の中央値から抽出した日本列島周辺の相似地震活動の特徴, 日本地震学会2025年度秋季大会，P09-01.

五十嵐俊博・加藤愛太郎, 2025, 千島・カムチャツカ地域における相似地震活動とプレート間固着, 日本地震学会2025年度秋季大会，P25-08.

小松真喜・中島淳一, 2025, 能登半島群発地震における繰り返し地震の時空間分布（その２），日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS12-09.

小松真喜・中島淳一, 2025, 地殻内にも繰り返し地震は存在するのか？　― 能登半島群発地震における検出，日本地震学会2025年度秋季大会，P08-06.

Komatsu, M., and J. Nakajima, 2025, Detection of repeating earthquakes in the Noto Peninsula swarm and their spatiotemporal characteristics, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes, P1–70.

Komatsu, M., and J. Nakajima, 2025, Repeating Earthquakes in the Earthquake Swarm of the Noto Peninsula, Japan: Implications for Aseismic Slip on Crustal Faults, AGU25, S11C-0180.

直井誠, 2025, 気象庁一元化カタログに最適化された深層学習検測器のためのモデル改善，日本地球惑

星科学連合2025年大会，SCG60-P01.

直井誠・下條賢梧・溜渕功史, 2025, 日本の地震基盤観測網に最適化した深層学習走時検測器の開発, 地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用, 地震研究所共同利用研究集会.

Naoi, M., S. Hirano, and Y. Chen, 2025, High-resolution monitoring of AE activities induced by hydraulic fracturing experiments using neural phase picking and matched filter analysis, P1-17, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025.

尾形 良彦, 2025, 地震予測における異常現象の確率評価と実用化への課題, 日本地震学会2025年度秋季大会, S22-12.

尾形 良彦, 2025, 大地震の確率予測の展望 ― 多項目予測法の活用 ―, 2025年度統計関連学会連合大会, 4FPM2-01.

尾形 良彦, 2025, 階層型時空間ETAS (HIST-ETAS) モデルを用いた広域地震予測および診断解析, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-06.

Uchida, N., R. Burgmann, 2025, 世界の繰り返し地震活動：プレート境界すべりと地震準備過程の多様性への示唆，地震学会2025年秋季大会, S08-14.

吉田 圭佑, 2025, スラブ内とプレート境界における地震発生パターンの異なりと、繰り返し地震誤検出の可能性, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS10-06.

吉田 圭佑・Huang Yihe・井出 哲, 2025, 2021年宮城沖Mw7.0地震：Mw3.7繰り返し地震からの破壊拡大，日本地震学会2025年度秋季大会，S08-15.

Yoshida, K., and S. Ide, 2025, Systematic Seismic Rupture Responses to Background Loading: Insights from Repeating Earthquakes, IAGA/IASPEI 2025 Joint Scientific Meeting.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：ソフトウエア開発（解析）
概要：開発した深層学習走時検測器と、気象庁一元化震源カタログを用いて学習した重みパラメータ。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web）
https://github.com/mktnaoi/JMAuniPicker

（10）令和８年度実施計画の概要：

引き続き繰り返し地震カタログを作成し、様々な研究への活用をはかる。伊豆鳥島での地震観測を継続する。日向灘地方の観測データ整理とデータ解析を進め、より完全な地震カタログを作成する。波形相関に基づく相対震源決定を行うと共に、繰り返し地震の探索、および日向灘地方で発生した大地震と微小地震活動・繰り返し地震活動の関連性の議論を行う。繰り返し地震解析システムの公開に向け開発を進める。三陸沖など、様々な地域で発生する繰り返し地震活動を調査し、地震発生の特徴や断層面固着状態の時空間変化を調査する。Mw>7の大地震の破壊開始と，繰り返し地震の関係を調べる。繰り返し地震などに基づく、大地震の中期予測モデルを組み込み、時空間的な確率利得を定量的に評価できる統計モデルを構築する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

五十嵐　俊博（東京大学地震研究所）, 内田 直希（東京大学地震研究所）, 加藤　愛太郎（東京大学地震研究所）, 加藤　尚之（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
吉田　圭佑（東北大学）, 山下　裕亮（宮崎公立大学）, 松島　健（九州大学）, 直井　誠（北海道大学）, 中島　淳一（東京科学大学）, 木村　尚紀（防災科学技術研究所）, 松原　誠（防災科学技術研究

所）, 有吉　慶介（海洋研究開発機構）, 八木原　寛（鹿児島大学）, 平松　良浩（金沢大学）, 大久保　寛（東京都立大学）, 金　亜伊（横浜市立大学）, 野村　俊一（早稲田大学）, 尾形　良彦（統計数理研究所）, 田中　昌之（気象研究所）, Roland Bürgmann（UC Berkeley）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所　地震・火山噴火予知研究協議会　企画部
電話：03-5841-5787
e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：五十嵐俊博
所属：東京大学地震研究所

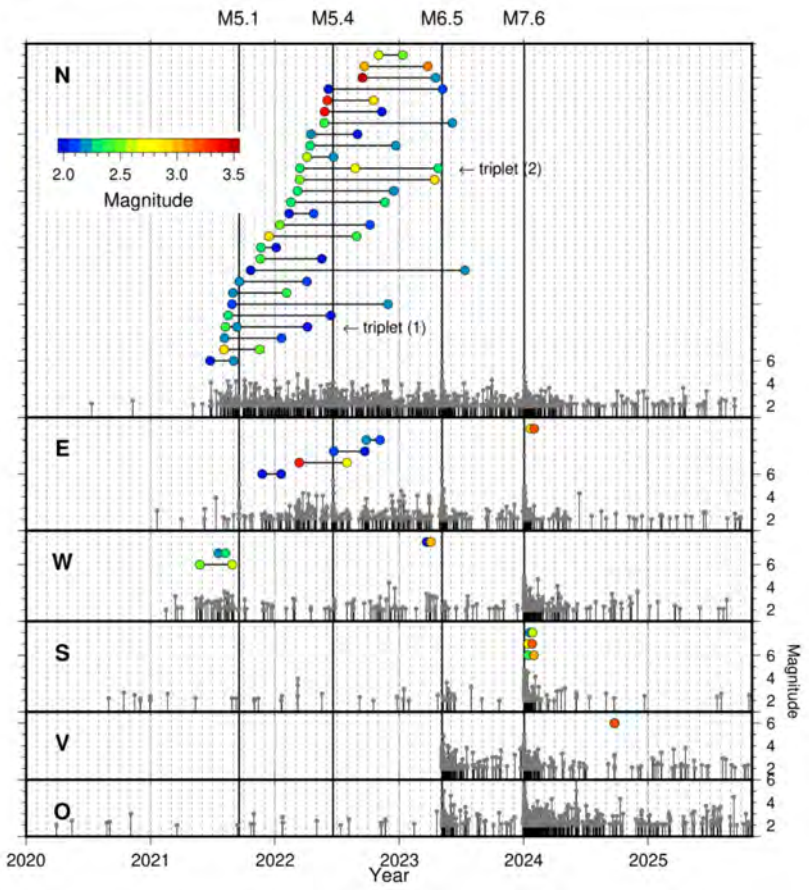


図1. 能登半島群発地震震源域の各クラスター毎の繰り返し地震の間隔とマグニチュード。
線で繋がっているのが繰り返し地震であり、丸の色はマグニチュードを表す。

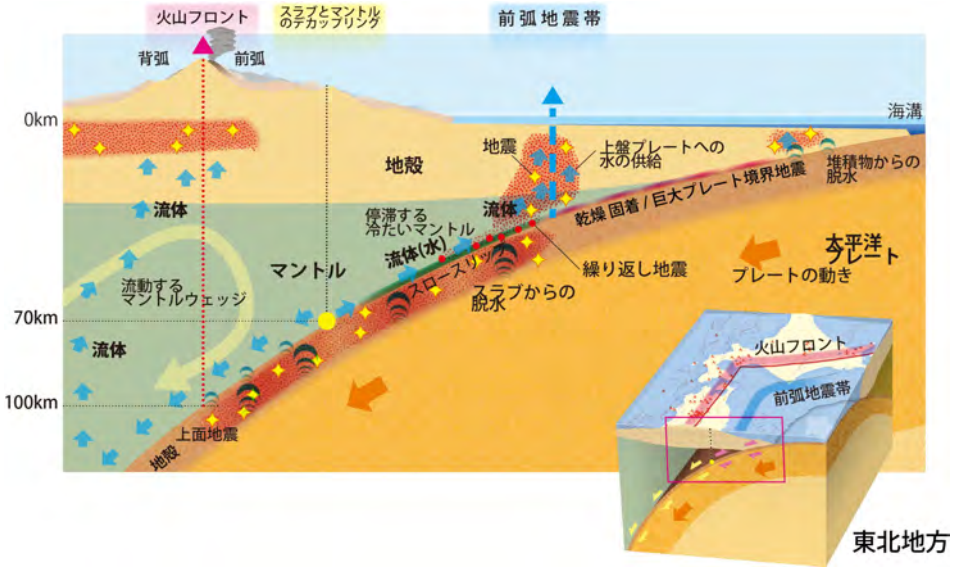


図2．東北地方での、スラブからの水の分離と移動、地震活動の励起の模式図。

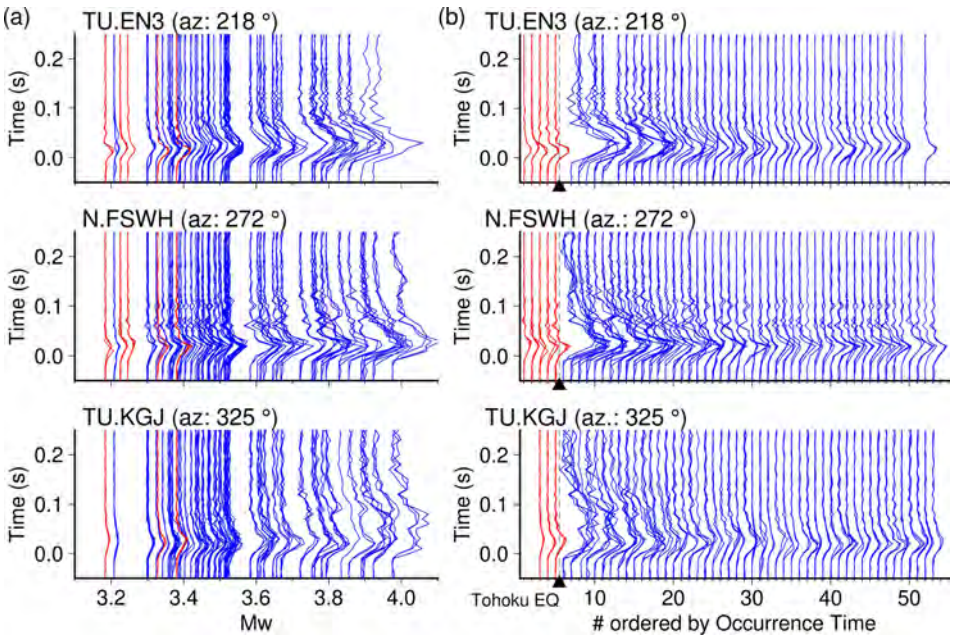


図3． 3つの異なる観測点における同一系列繰り返し地震の震源時間関数の変化。
(a) モーメントマグニチュード (Mw) との関係。(b) 発生時刻との関係（経時変化）。

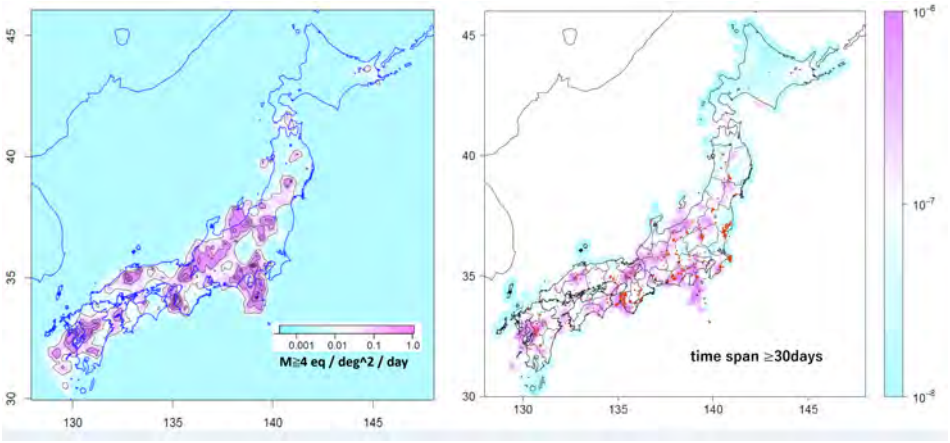


図4. 内陸地殻地震から推定した背景地震活動（μ値）の分布。
ピンクはドロネー補間による μ 値、右図の赤点は：余震や群発地震などのBurst型を除く、再来間隔1か月超の繰り返し地震の震央。

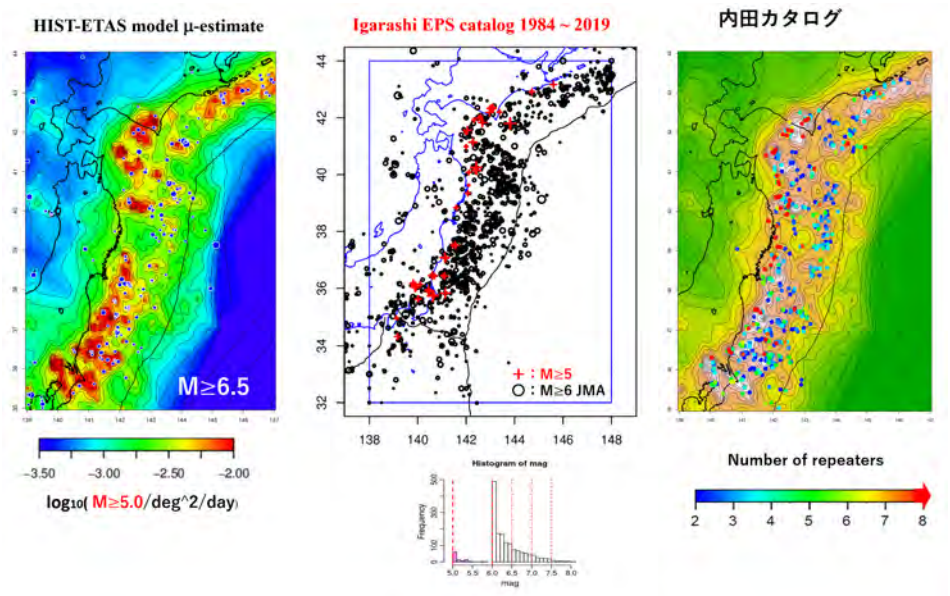


図5.東北日本沈み込み帯における背景地震活動（μ値）の分布。
左：HIST ETAS による M5 以上の背景活動率（μ値）と1923–2018 年の M7 以上の大地震（青円）を μ 値上に重ね合わせ。中：中規模繰り返し地震(M≧５)の位置（赤＋）右：小繰り返し地震の位置と再来回数（円盤の色）。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_11

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ域を中心したプレート境界すべりの時空間発展のモデリング・予測に関する研究
（英文）Study on modeling and prediction of the spatio-temporal evolution of slip on the plate boundary in the Nankai subduction zone

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

南海トラフ域を中心とし、沈み込みプレート境界で発生する様々な時定数を有する滑り現象をモニタリングすることで、それら滑り現象の時空間変化を高精度に把握する。また、それらの発生環境としての地下構造の特徴・流体挙動との関係の解明を通じて、プレート境界すべりの特性やプレート境界すべり現象間の相互作用の理解を深め、沈み込みプレート境界における断層滑りの時空間発展予測に貢献する。以下にサブテーマ毎の到達目標を記す。

1.広帯域観測を用いた超低周波地震の活動様式の詳細把握

陸海の定常広帯域観測点（F-netやDONET）と新学術領域研究「スロー地震学」等で四国～東海地域に敷設した準定常広帯域観測点を用いて、プレート境界で発生する超低周波地震の（1）網羅的検出、（2）震源物理特性の把握を実施する。検出・評価された超低周波地震カタログにより、南海トラフのスロー地震の活動様式やスロー地震域とその周辺の応力変化を評価し、プレート境界におけるスロー地震発生メカニムズ解明へつなげる。継続的なモニタリング研究により、プレート境界の巨大地震準備過程との関係を明らかにする。

2.GNSS観測による豊後水道周辺域でのモニタリング

豊後水道およびその周辺地域において、これまでに構築してきたGNSS連続観測点における地殻変動観測を継続して実施し、他機関の定常観測データと組み合わせ、SSEをはじめとするプレート間すべりの動態・時空間発展を把握するとともに、この地域におけるプレート間すべり特性や歪収支、さらに微動など他のすべり現象との相互作用を明らかにする。

3.重力磁気観測に基づく流体挙動とプレート境界滑り

重力変化の観測を通して流体挙動とプレート境界すべりとの相互作用に関する理解を深める。比抵抗構造を通して流体の分布を把握し、その変化がとらえられたら、重力と同じく流体の挙動を探る一助とする。

4.プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴抽出

プレート境界滑り特性が変化している紀伊半島東部から中央部にかけての深部低周波微動発生域における稠密地震観測と紀伊半島の電磁気データ空白域における追加電磁気観測を実施し、西南日本で過去に取得された稠密地震観測データや電磁気データの再解析と合わせてスロー地震発生域の構造を明らかにする。得られたプレート境界面の形状や境界面近傍の構造不均質と、モニタリングされるスロー地震活動と対応させることで、プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴を把握し、スロー地震の発生における時空間的揺らぎのメカニズムやスロー地震間に働く相互作用の理解を深める。

5.プレート境界断層に沿った間隙水圧の推定

浅部スロー地震を引き起こすプレート境界断層（＝デコルマ）の詳細構造と間隙水圧を広域的に調査することで、スロー地震活動を規定する要因を解明し、プレート境界滑りの時空間発展予測に貢献する。具体的には、海洋研究開発機構が過去に南海トラフで取得した反射法地震探査データを深海掘削（ODP/IODP）データと組み合わせ、浅部スロー地震活動の活発域（日向灘沖、室戸岬沖、熊野沖）と静穏域（足摺岬沖、潮岬沖、東海沖）においてデコルマの形状や間隙水圧を推定し、両域の比較検討を行う。また、間隙水圧の変化に影響する沈み込みインプット（デコルマに沿って沈み込む堆積物と海洋性地殻）の広域変化を調査する。

6.熊野灘における浅部スロー地震発生環境の解明

自然地震観測および構造探査が充実した熊野灘を重点的な調査対象域として、スロー地震の発生場を解明することを目指す。特に、同地域で報告されている厚い沈み込む堆積層の物性解明、およびスロー地震震源との位置関係について明らかにする。これにより、従来は“面”として考えられがちであった巨大地震せん断帯の実態に迫る。

7.スロー地震と地震発生との関連性

南海トラフ沿いで発生する深部低周波地震は、固着域の深部延長で発生しており、その時空間変化を解明することは、プレート境界の固着状態の変化に関する知見をもたらすことが期待される。そこで、長期間にわたり定常地震観測網で取得された連続波形記録をもちいて、深部低周波地震の網羅的な検出をおこない、深部低周波地震の活動様式の多様性や長期的な振る舞いを明らかにする。また、大地震の発生に先行する前震活動の解析を継続し、スロースリップとの関連について考察する。

8.プレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法

物理モデルによるすべりの予測を行うためには、観測データからモデルの状態変数・パラメータを逆問題として推定する手法を確立する必要がある。そこで、ベイズ統計学やアンサンブルデータ同化の理論に基づき、摩擦構成則に従う断層すべりとマントルの粘弾性緩和を取り入れた物理モデルの状態変数・パラメータの空間分布とその不確実性を測地データから推定する手法を開発する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

サブテーマ毎に研究を進める。それぞれで得られた成果を共有し、モニタリング結果とモデルをデータ同化によって組み合わせ、沈み込みプレート境界における断層滑りの時空間発展予測に貢献する。以下にサブテーマ毎の5か年計画を記す。

1.広帯域観測を用いた超低周波地震の活動様式の詳細把握

準定常広帯域観測点を保守し、継続的な運用を目指す。その上で、令和6年度においては定常＋準定常広帯域観測点における超低周波地震の検知下限評価を実施し、モニタリング性能の現状把握を行う。令和７年度においては、従来手法で検知可能な超低周波地震について震源物理特性の推定、カタログ化し広く公開する。令和8-10年度においては、より小さな信号を持つ超低周波地震検知へ向け、機械学習によるDenoisingの実装を行い、モニタリングの次世代化を目指す。令和9年度以降は、高度化した超低周波地震モニタリングの結果を活用し、震源物理特性の評価、超低周波地震の統計性を明らかにし、スロー地震発生メカニズムの解明へ資する。

2.GNSS観測による豊後水道周辺域でのモニタリング

令和6-7年度においては、独自のGNSS観測点での連続観測を継続するとともに、これまでの長期間

のデータと合わせて活用し、SSEによる地殻変動を自動検出する手法の開発を進める。令和8-9年度においては、前年度までの研究を継続するとともに、プレート間の歪収支、微動など他現象との相互作用について検討を進める。令和10年度においては、前年度までの研究を継続するとともに、成果とりまとめを行う。

3.重力磁気観測に基づく流体挙動とプレート境界滑り

令和6-10年度の実施期間中において、 SSE及び流体が観測されている東海３点、四国１点、宮崎１点、能登１点で年１回程度の絶対・相対重力測定を実施するとともに、石垣島SSE域における連続重力観測を継続する。 近い将来に大規模なSSE活動が予測される豊後水道域を囲む、四国西部地域17エリア、九州東部海岸域3エリアにおけるNetwork-MT長基線地電位差観測を継続するとともに、四国西部地域の2地点で3成分磁場観測を継続する。令和7-8年度においては、重力、電磁場データの観測・解析を継続する。得られた重力データから重力の時間変化の様式を明らかにする。さらに、重力とすべりの時空間発展との関連を明らかにし、それらの関連を説明するための定性的なモデル化を試みる。得られた電磁場データから電磁場や比抵抗構造の時空間変化の様式を明らかにする。令和9年度においては、重力、電磁場データの観測・解析を継続する。重力とすべりの時間発展の様式を地域間で比較し、地域差を説明するための定性的なモデル化を試みる。電磁場データの解析により、電磁場・比抵抗の時空間変化とすべりの時空間発展との関連性を明らかにする。令和10年度においては、重力、電磁場データの観測・解析を継続する。 重力とすべりの時間発展を説明するための定量的なモデルを構築する。また、電磁場・比抵抗の時空間変化とすべりの時空間発展との関連性を説明するための定性的ないしは定量的モデル化を試みる。このような物理モデルの構築により流体挙動やプレート境界の摩擦・透水構造を推定し、流体挙動とプレート境界の滑りが互いにどのような影響を及ぼしているか明らかにする。

4.プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴抽出

令和6年度においては、令和7年度から予定している臨時地震観測の現地踏査と紀伊半島の電磁気データ空白域における追加電磁気観測を実施する。四国や紀伊半島等で取得された既存稠密地震観測データの再解析や、過去に取得している紀伊半島や四国東部から鳥取に至るNetwork-MTデータのコンパイル、再解析を令和10年度まで継続して実施する。令和7年度においては、地震観測装置を設置し、観測を開始する。 紀伊半島の電磁気データ空白域における追加電磁気観測を引き続き実施する。令和7-8年度においては、紀伊半島や四国東部から鳥取に至る地域での広域深部３次元比抵抗構造解明を図る。令和8年度においては、前年度に設置した臨時地震観測点を撤収する。　令和9-10年度においては、臨時地震観測点データを用いてスロー地震発生域やその近傍における地震学的構造を明らかにする。既存地震観測データの再解析結果や電磁気データの解析結果と合わせて、スロー地震発生域のセグメント境界・活動様式を規定する構造を抽出する。紀伊半島や四国東部から鳥取に至る地域で推定された広域深部比抵抗構造と、他の地球物理観測から得られた情報を総合し、テクトニックな地殻活動のメカニズムを明らかにする。

5.プレート境界断層に沿った間隙水圧の推定

令和6年度と7年度においては、浅部スロー地震活動の活発域（日向灘沖、室戸岬沖、熊野沖）でデコルマの形状や間隙水圧を推定する。令和8年度と9年度においては、浅部スロー地震活動の静穏域（足摺岬沖、潮岬沖、東海沖）でデコルマの形状や間隙水圧を推定し、活発域との比較検討を行う。令和10年度においては、沈み込みインプットの広域変化を調査し、間隙水圧変化への影響を明らかにする。

6.熊野灘における浅部スロー地震発生環境の解明

令和6年度においては、Ｓ波速度構造の推定手法のさらなる高度化を目指す。具体的には、レイリーアドミッタンス（表面波がもたらす上下変位と応力の比）はH/V比（表面波がもたらす水平変位と上下変位の比）を新たに用いて、Ｓ波速度絶対値の感度を向上させる。令和7年度においては、前年度までに開発したインバージョン手法を利用し、各観測点下のＳ波速度構造を推定する。ひいては、沈み込む堆積物の物性や流体圧を考察する。令和8年度においては、稠密観測網を利用して、スロー地震（特にテクトニック微動）の深さ決定精度を向上させる方法を模索する。例えば、アレイ観測網のデータや、近地波形データからＰ波の走時情報を抽出することを考える。令和9年度においては、これまで

に得られた結果から、スロー地震震源と沈み込む堆積物の相対的な位置関係など、震源と構造の関連性について総合的に解釈する。令和10年度においても引き続き、これまでに得られた結果を総合的に解釈し、最終的な成果をとりまとめる。

7.スロー地震と地震発生との関連性

令和6-7年度においては、四国地域を対象にマッチドフィルター法により深部低周波地震のカタログを構築する。令和8-9年度においては、紀伊半島・東海地域を対象にマッチドフィルター法により深部低周波地震のカタログを構築する。令和10年度においては、深部低周波地震カタログの分析し、活動様式の多様性や長期的な振る舞いを明らかにする。
令和6-10年度の実施期間中において、活発な前震活動を伴う大地震が起きた場合は、前震活動の時空間発展を明らかにする。

8.プレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法

初めに、摩擦構成則に従う断層すべりとマントルの粘弾性緩和を取り入れた物理モデルを構築する。この物理モデルの状態変数・パラメータの空間分布とその不確実性を測地データから推定する手法をベイズ統計学やアンサンブルデータ同化の理論に基づいて定式化し、計算コードを開発する。人工的なデータを用いたテストにより、手法の振舞いを理解する。さらにプレート境界地震の余効変動やスロースリップ等に伴う測地データに手法を適用する。手法のテストやデータへの適用から得られた知見に基づき、手法の改良を継続的に行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

年次計画に基づいた機動的調査観測を実施するとともに、南海トラフ沿いにおけるスロー地震をモニタリングし、発生状況の把握を行なった。また、既存観測データを用いた地殻変動調査、スロー地震の活動様式、スロー地震発生域の構造・流体挙動の把握、スロー地震と地震発生との関係に関する研究やプレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法に関する研究を進めた。以下、サブテーマ毎に研究成果の概要を記述する。

1.広帯域観測を用いた超低周波地震の活動様式の詳細把握

地震学的スロー地震の長周期側シグナルである超低周波地震を観測するため、前計画から四国・紀伊・東海地域に維持している17観測点および昨年度新設した2観測点について地震計やモバイル通信に関する保守作業を行いつつ観測を継続した。17観測点のうち、当初年限を超えて老朽化が見られる7観測点については年度末までに撤収を行う。超低周波地震検出に用いる周期帯（20-50秒）よりも長周期側（周期25-250秒）でモーメント解放量を推定し、断層サイズを仮定しながら応力降下量や滑り速度を推定し、学会発表を行った（Takeo & Kato, 2025)。より小さな超低周波地震の検知へ向け、機械学習によるノイズ低減処理のためのGreen関数データベースを構築した。

南海トラフ浅部について、DONETにより地震学的スロー地震の特徴を調べた。その結果、沈み込む海山が超低周波地震の震源特性に影響を与えていること（Takemura et al. , 2025）、浅部微動のエネルギーレート関数の特徴（Takemura & Yabe, 2025，under review）を明らかにした。また、観測された浅部スロー地震の特徴をまとめ、深部との差異など議論した解説論文を発表した（武村・他, 2025）。

2.GNSS観測による豊後水道周辺域でのモニタリング

豊後水道周辺地域におけるスロースリップイベント（SSE）の動態を把握するため、同地域でのGNSS連続観測および座標値解析を継続して実施した。
また防災科研Hi-net傾斜記録に基づき、紀伊半島北部にて2021年～2025年に発生した14個の短期的SSEのすべり分布を推定した(図1)。その結果、この地域の短期的SSEのすべり域は、概ね志摩半島付近を境にして、北側と南側の2つのセグメントに分かれて活動していることが分かった（Hirose et al., 2025）。

3.重力磁気観測に基づく流体挙動とプレート境界滑り

流体挙動とプレート境界すべりとの相互作用に関する理解を深めるため、南海トラフ域を中心とし

た重力観測を行っている。計画の通り進行中であり、今年度は、四国１点、宮崎１点、奥能登１点での観測を終え、年度末までに東海２点で観測を実施予定である。奥能登での観測の結果、令和６年能登半島地震に伴い、地震前に蓄積していた流体の最大で3割程度が移動した可能性があることを明らかにした(図2)。また、地震直後の2024年1月中旬に観測した結果に、GNSSで計測したその後の地殻上下変動の影響を足し合わせると今回の観測結果と誤差の範囲で一致することから、2024年1月下旬以降は、重力変化として検出できるような流体移動は生じていないことが分かった。石垣島の重力計２台のうち１台が故障したため、現在、修理中であり、残りの１台でスロースリップ中の重力変化データを蓄積した。

電磁気観測については、前計画より四国西部と九州東部域におけるネットワークMT観測を継続している。四国では１７中心点、九州では３中心点での長基線地電位差観測と、四国における２地点での３成分磁場観測を継続し、来るべき豊後水道域での長期的スロースリップ発生を待っているところである。

4.プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴抽出

紀伊半島東部から中央部にかけての地域においてスロー地震の滑り特性を規定する地下構造異常の抽出を目的とした稠密地震観測を実施する為に、既存地殻構造探査で得られた結果や定常的な地震活動度、西南日本の他のスロー地震発生域で取得した稠密地震観測データによる最新の解析結果を参考にしながら観測点配置の検討を行った。検討結果を基に現地踏査を実施して設置場所を決定した。地震観測装置は、三重県松阪市から奈良県下北山村に至る東西測線上（測線長約65km）の63か所に約1～2km間隔で設置する予定である。現在、地震観測装置を設置する為の許認可申請作業を実施している。設置作業は2026年3月中旬を予定し、観測は2026年秋頃までを予定している。また、2021年12月から2023年2月まで、スロー地震活動様式に違いがある四国東部地域で実施した稠密自然地震観測(蔵下・他，2023)で取得したデータの解析を継続して実施した(図3)。東西方向の稠密地震観測の地震波形からS波スペクトルを求め、それに二重スペクトル比法を適用して、微動活動度が変化する地殻内のQs値を推定した。その結果、微動活動度が高い領域の上の地殻のQs値は微動活動度が低い領域の上の地殻のQs値より低くなる傾向が見られた(図4) 。この結果は既存研究で推定された地殻内での減衰の特徴とおおむね整合的だった。

比抵抗構造研究では、まず令和6年度に紀伊半島地域で取得されていたすべてのネットワークMT観測データを用いた再解析を行い、紀伊半島全域にわたる広域深部比抵抗構造を推定した。従来研究では、非火山性低周波微動域が低比抵抗域または高比抵抗域となる互いに矛盾する２つの構造モデルが提出されていたが、本研究で得られた構造は低比抵抗域に対応することを支持しなかった。熊野酸性岩を示すと考えられる高比抵抗域が浅部に決定される一方でその深部はやや低比抵抗、周辺部には低比抵抗域が決定され、低周波微動域は高比抵抗の底付近に分布し、周囲の低比抵抗分布域は同地域の前弧域では珍しい高温泉の分布と調和的であった。ただ、ネットワークMTデータからは数10秒より短周期の情報は得られず、電話回線が分布しているところのみで情報が得られるため、周期帯や観測域の空間分布に空白域が存在していた。このため，それらの空白域を埋めるべく、紀伊半島における従来データのコンパイルを行うとともに、令和7年度も引き続き紀伊半島全域において広帯域MT法観測を実施した。さらに、四国東部から山陰域で実施されていたネットワークMT法データを解析し、フィリピン海プレートの沈み込みに関連する広域深部構造を推定した。その結果、前弧側の非火山性低周波地震発生域に隣接するように低比抵抗域が分布していた。また、高比抵抗として解像されたフィリピン海プレート直上から、地震活動帯・高温泉の点在・ひずみ集中など活発な地殻活動が集中する背弧側へむけてたちのぼるかのような低比抵抗帯が推定された。これらの低比抵抗域は間隙流体の存在を示唆し、前弧、背弧それぞれの地殻活動が、フィリピン海プレートの沈み込みに伴って地下深部にもたらされる水の上昇に関連して発生していると推測される。

5.プレート境界断層に沿った間隙水圧の推定

今年度は、南海トラフ沈み込み帯において浅部スロー地震活動の静穏域にあたる紀伊半島の潮岬沖と、活動が活発な四国の室戸岬沖（＝プレート間固着の弱い領域）を比較することで、浅部スロー地震を規定する要因を探った。海洋研究開発機構が過去に紀伊半島潮岬沖の南海トラフ沈み込み帯で取得したマルチチャンネル反射法地震探査（MCS）データを用い、重合前深度マイグレーション（Pre-stack depth migration：PSDM）処理を実施し、地下地質構造、特にプレート境界断層を高精度にイメージングした。その結果、紀伊半島沖ではタービダイト層がプレート境界断層に沿って沈み込んで

いることが確認された。さらに、PSDMから得られたP波速度を用い、経験式（Hoffman and Tobin, 2004, Geology）と深海掘削データを組み合わせて、沈み込む堆積物の間隙率を推定し、有効応力や間隙水圧を算出した（Yu et al., 2025, JGR）。また、泥質堆積物のみが沈み込んでいる四国室戸岬沖との比較により、紀伊半島潮岬沖では間隙水圧比の差は小さいものの、付加体層厚が約2倍に達することが判明した（図5a, b）。これにより、プレート境界断層の高い間隙水圧に加え、付加体層厚が有効応力やせん断応力を制約し、断層固着やスロー地震発生に大きく影響することが明らかとなった（図5c, d）。

6.熊野灘における浅部スロー地震発生環境の解明

昨年度に引き続き、熊野灘で発生したテクトニック微動の震央分布、反射断面図、海底地形データを統合的に解析することで、スロースリップに伴う断層すべりの空間的広がりを規定する地下構造要因について検討した。具体的には、断層すべり域の浅部側の端は断層の幾何形状によって、また深部側の端は上盤の物性によってそれぞれ制約されている可能性を示した。さらに、間隙流体圧や海山の沈み込みが断層すべりに及ぼす影響についても定性的な議論を行った（Akuhara et al., 2026）。

また、これまでに熊野灘で蓄積された地震波形観測データを用いて、レシーバ関数解析および地震波干渉法解析を実施し、三次元S波速度構造の推定に着手した。得られたレシーバ関数からは、デコルマ面直上に位置する厚さ1–2 km程度の低速度層に起因すると考えられるPs変換波を明瞭に確認することができた。

7.スロー地震と地震発生との関連性

今年度は、南海トラフ沿いのスロー地震現象を対象として、地震・測地データを用いた検出・解析を進め、スロー地震の時空間的な活動像の把握と物理的解釈の高度化を図った。まず、テンプレートマッチング手法を連続波形データに適用し、2024年8月～2025年7月の深部低周波地震活動を解析した。その結果、紀伊半島～東海や伊勢湾周辺で複数の移動エピソードが確認され、移動速度は主に10～20 km/dで従来のスロー地震活動と整合的であった。加えて、日向灘のM7.1（2024年8月）およびM6.6（2025年1月）の地震に伴う動的誘発現象が確認された。誘発域が両地震で異なることから、応力が臨界値に近い領域においてのみ誘発活動が生じた可能性が示唆された。また、四国～豊後水道でも移動やギャップ越えを含む連続的な活動が見られ、最大約1か月継続する長期的エピソードの存在が確認された。

さらに、四国西部における短期的スロースリップ（S-SSE）を対象に、連続地震波形とGNSS変位速度を同時に活用する機械学習手法による検出を試みた（Ohtake et al., 2026）。地震波形から抽出した統計特徴量を説明変数、GNSS由来の変位速度を目的変数としてランダムフォレスト回帰モデルを構築し、6年分のGNSS変位速度を予測した。その結果、予測値と観測値は強い相関を示し、既知のS-SSEに加えて5つの新規イベントを検出した。また、各S-SSEについて矩形断層モデルを推定し、カタログに依存せずに地震波形とGNSS変位データを同時に用いることでS-SSEを捉えることに成功した。

南海トラフ沈み込み帯の豊後水道直下で発生する微動波形を用いて、通常の地震観測では捉えにくいマントル・ウェッジ（深さ約30–40 km）の地震波異方性を推定した（Ishise and Kato, 2025）。連続波形に基づくS波スプリッティング解析により、遅れ時間は約0.2～0.3秒、速い偏波方向はWNW–ESEが卓越することを示した。地殻浅部の寄与が小さいことから、主要な異方性の起源はマントル・ウェッジにあると結論づけた。さらに、速い偏波方向がフィリピン海プレートの沈み込み方向とほぼ平行であること、推定される異方性強度が大きいことから、スラブ由来流体によるマントル・ウェッジの蛇紋岩化の影響が示唆された。

8.プレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法

速度状態依存摩擦構成則に基づく余効すべりの物理モデルに対して、モデルのパラメータ（摩擦構成則のパラメータと断層面上における地震時の応力変化）とその不確実性の空間分布を地震時及び地震後の測地データを用いて推定する手法の開発を行った。逆問題をベイズの定理に基づいて定式化し、昨年度までに開発してきたensemble Kalman filterに基づく手法を用いて、これらのモデルパラメータの事後確率分布の平均と共分散行列を近似的に推定した。この問題はパラメータの空間変化を考慮しているため、パラメータ空間が高次元の非線形逆問題となるが、本手法により、事後確率分布の平均と共分散行列を効率的に推定することが可能となった。この手法の性能を調査するために、3次元モデルと人工的な測地観測データを用いたテストを行った。その結果、地震時の応力変化が大きい場所

では、事後確率分布の平均は真値を概ね再現できることが分かった。また、推定されたパラメータから得られる地震時のすべりと余効すべりは、真値を良く再現できることが分かった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究課題と関連の深い建議の項目（2(2)ア地震発生の物理モデルに基づく予測と検証）の目的達成に貢献するために、スロー地震をモニタリングし、発生状況の把握を行っている。また、スロー地震の活動様式、スロー地震発生域の構造・流体挙動の把握、スロー地震と地震発生との関係に関する研究やプレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法を確立する研究を進めている。

スロー地震は沈み込み帯の巨大地震域の周囲で発生しており、巨大地震域周囲での応力蓄積解放過程のproxyであると考えられる。そのことから、スロー地震検知能力の向上、継続的なモニタリング、プレート境界の震源物理特性の理解は理学・防災の両面で重要な課題である。今年度はスロー地震のモニタリング能力の強化、特に浅部スロー地震と沈み込む海山の関係を明らかにした。さらに、南海トラフ沿いで発生する浅部スロー地震のまとめ（武村・他, 2025）が発表され国内の関連分野の研究の基礎となると考えている。また、SSEの繰り返し発生様式を理解することはプレート境界断層の力学特性を理解することにつながり、建議の「2.(2)ア.地震発生の物理モデルに基づく予測と検証」にある地震発生の物理モデルを構築する上での基礎的な知見を提供する。

流体の存在は地震の起きやすさを変化させるため、地震発生確率の予測や地震発生を支配する場の理解に、流体のふるまいを解明することが不可欠である。野外の実際の環境で流体が時間的に変動することを捉えた例は極めて少ない。今年度の観測により、内陸大地震の場合の地震後の流体のふるまいについて知見が得られたとともに、南海トラフ域において通常の弾性変形では説明できない重力変化が継続している証拠を蓄積した。比抵抗構造研究からは、しばしば、内陸地震発生域の直下ないしは近傍域に流体の存在を示すと考えられる低比抵抗域が認められ、地震発生に流体が関与している可能性が指摘されてきた。しかし、場所や発生日の推定の困難さから、内陸地震発生の前後に、震源域周辺で構造を求めるための電磁気観測が継続されたことはまれで、流体の移動を示唆する構造変化がとらえられたとの信頼に足る報告は殆どない。そのため、確実に変動が繰り返し起こる長期的スロースリップ発生域周辺での観測を継続している。まずは、発生時に顕著な時間変化現象が捉えられるかどうかが研究の第一歩であり、うまくとらえられることが出来れば、現象発生への流体の関与がより確実な形で明らかになると期待される。

南海トラフのプレート境界断層に沿った間隙水圧比や剪断応力を比較し、浅部スロー地震発生について考察したことで、「関連の深い建議の項目」の目的達成に貢献している。今後、浅部スロー地震を引き起こすプレート境界断層の物性解析を継続することで、「災害の軽減に貢献する」とともに、巨大地震とスロー地震との関連性を解明する研究への貢献が期待できる。また、スロー地震発生領域における構造の特徴と様々な時定数を有するプレート境界すべり現象との関係の解明を通じて、プレート境界すべりの特性やプレート境界すべり現象間の相互作用の理解を深め、沈み込みプレート境界における断層滑りの時空間発展予測に貢献する。加えて、島弧の走行方向の構造の変化にも着目し、地学的・地球物理学的な様々な活動・現象の発現メカニズムの解明を図る。

高精度に決定された微動の震央分布を活用することで、断層面の幾何形状、上盤の物性、間隙流体圧分布、ならびに海山の沈み込みといった複数の要因が、断層すべりの進展に及ぼす複合的な影響を詳細に明らかにすることができた。本研究では主としてスロー地震に伴う断層すべりを対象としたが、ここで得られた知見を巨大地震の断層すべり過程へ応用することにより、津波被害予測の高度化など、防災・減災への貢献が期待される。

深部低周波地震はスロー地震の最小単位と考えることができる。よって、深部低周波地震の長期的な活動様式を把握することは、南海トラフ沈み込み帯の固着域の深部端における詳細な滑り挙動を明らかにするうえで重要である。特に、スロー地震と通常の地震活動（プレート境界地震、スラブ内地震、上盤内地震）との相互作用を明らかにすることは、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会等での基礎的な知見として活用されることが期待される。

物理モデルによるすべりの予測を行うためには、観測データからモデルのパラメータ・状態変数やそれらの不確実性を推定する手法を確立する必要がある。上述の成果はそのためのステップの一つと位置付けられる。

このような研究を継続して実施し、プレート境界すべりの時空間発展のモデリング・予測に関する研究に貢献し続けることで災害の軽減に貢献する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Akuhara, T., K. Shiraishi, T. Tsuji, Y. Yamashita, H. Sugioka, A. H. Farazi, S. Ohyanagi, Y. Ito, R. Arai, E. Araki, G. Fujie, Y. Nakamura, T. Tonegawa, R. Azuma, R. Hino, K. Mochizuki, S. Takemura, T. Yamada, and M. Shinohara, 2026，Structural barriers control the spatial extent of slow earthquake slip. Nature Communications，https://doi.org/10.1038/s41467-025-68179-1, 査読有, 謝辞有

Fukuda, J. and S. Barbot, 2025, Ensemble Kalman inversion for spatially varying rheological parameters in a stress-driven model of post-seismic deformation, Geophysical Journal International, 242(2), ggaf208, https://doi.org/10.1093/gji/ggaf208, 査読有, 謝辞有

廣瀬仁，スロースリップイベント (6.3.2節), 2025，平田直・森田裕一・岩崎貴哉・古村孝志・石山達也・佐藤比呂志・小原一成・西山昭仁・佐竹健治 (編), 地震の大事典, 朝倉書店, 査読無, 謝辞無

Ishise, M., & Kato, A. ,2025, Seismic anisotropy in the mantle wedge revealed by tectonic tremors beneath Bungo Channel, southwest Japan. Geophysical Research Letters, 52, e2025GL116762.https://doi.org/10.1029/2025GL116762, 査読有, 謝辞有

Ohtake, K., Kato, A., Okada, Y. et al. , 2026, Machine-learning detection of slow slip events in western Shikoku, Japan, through joint analysis of seismic and geodetic data. Earth Planets Space 78, 5. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02331-5, 査読有, 謝辞有

Takemura, S., Yabe, S., Emoto, K., & Baba, S. ,2025, Along-dip variations in source characteristics of shallow slow earthquakes controlled by topography of subducted oceanic plate. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2024JB030751. https://doi.org/10.1029/2024JB030751, 査読有, 謝辞無

武村俊介，岡田悠太郎，野田朱美，馬場慧,2025,南海トラフ沿いで発生する浅部スロー地震の特徴, 地震 第2輯，78, 167-186, https://doi.org/10.4294/zisin.2024-20, 査読有, 謝辞無

Usui, Y. and Uyeshima, M., 2025, Three-dimensional combined inversion method of the MT and Network-MT response functions. Earth Planets Space, 77, Article Number: 135, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02266-x, 査読有, 謝辞有

Yu，F., Ehsan Jamali Hondori, and Jin-Oh Park, 2025，Pre-stack depth imaging and pore-fluid pressure estimation along the Nankai Trough subduction zone off the Kii Peninsula, SW Japan, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2024JB029780, https://doi.org/10.1029/2024JB029780, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Farge, G., E Brodsky, A Kato, 2025，Probing the organization of stress in the slow-slipping megathrust, American Geophysical Union Fall Meeting 2025, S43D-0297.

廣瀬仁，高感度地震観測網による地殻変動・スロー地震, 2025, 研究集会「日本列島を覆う地震観測網とそれらが捉えた諸現象」

Hirose H., Chujo N., Kimura T., 2025，Activity and slip distributions of short-term slow slip events in the northern Kii Peninsula, central Japan, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025, P2-25.

小松理子, 西村卓也, 松島健, 廣瀬仁, 2025, 陸上GNSSデータと海域GNSS-Aデータを用いた日向灘におけるプレート間固着の推定, JpGU Meeting 2025, SGD03-04.

小松理子, 西村卓也, 松島健, 廣瀬仁, 2025, L1 トレンド・フィルタを用いて期間分けした日向灘におけるプレート間固着分布の時間変化, 日本測地学会第144回講演会, 20.

Shi, Y., Uyeshima, M., Murakami, H., Shiozaki, I., Yamaguchi, S., Usui, Y., 2025, Three-dimensional resistivity structure beneath the Chugoku and Shikoku districts in Southwestern Japan using Network-Magnetotelluric method. AOGS.

Siez, A., A Kato, D Garagash, 2025, Episodic hydraulic fracturing from slab dehydration as a driver of slow slip and tremors, American Geophysical Union Fall Meeting 2025, S11C-0177.

武村俊介，矢部優，江本賢太郎, 馬場慧, 2025，Influence of the subducted Paleo-Zenisu ridge on source characteristics of shallow slow earthquakes，日本地球惑星連合大会，SCG45-44.

竹尾明子, 加藤愛太郎, 2025，Very low-frequency earthquakes in the eastern Shikoku observed by campaign deployment of broadband seismometers, 日本地球惑星連合大会，SCG45-46.

田中愛幸, 西山竜一, 新谷昌人,堀田耕平, 坂上啓, 中小路一真, 高田大成, 西村卓也, 平松良浩, 澤田明宏, 2025，2024年能登半島地震による重力変化とその解釈, 日本測地学会第144回講演会.

Tanaka Y., R. Nishiyama, A. Araya, K. Hotta, H. Sakaue, T. Takata, K. Nakakoji, T. Nishimura, Y. Hiramatsu, A. Sawada, 2025, An interpretation of the temporal gravity change caused by the 2024 M7.6 earthquake in the Noto Peninsula, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025.

Tanaka Y., R. Nishiyama, A. Araya, K. Hotta, H. Sakaue, T. Takata, K. Nakakoji, T. Nishimura, Y. Hiramatsu, A. Sawada, 2025，Gravity changes due to the 2023 M6.5 and 2024 M7.6 earthquakes in the Noto Peninsula, Japan Geoscience Union Meeting 2025.

Tanaka, Y., Y. Tamura, T. Jike, N. Kikuchi , 2025，Report on the continuous observation by the superconducting gravimeter at Mizusawa, 2025 ENIGMA Collaboration Workshop on Astrophysics and Geophysics, 2025/11/11, Jeongsun, South Korea, (Invited).

Watanabe, A., Uyeshima, M., Yamaguchi, S., Usui, Y., Murakami, H., Ogawa, T., Oshiman, N., Yoshimura, R., Aizawa, K., Shiozaki, I., Kasaya, T., 2025, Combined analysis of the Network-MT data and conventional long-period and wide-band MT data obtained around the source area of Deep Low-Frequency Earthquakes in the Kii Peninsula, Southwestern Japan. AOGS.

Yu, F., Ehsan Jamali Hondori, and Jin-Oh Park, 2025, Convolutional Neural Networks for Seismic Velocity Model Building and Uncertainty Quantification, 日本地球惑星科学連合2025年大会、SIT19-P02.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震；地震：広帯域地震観測
概要：西南日本に設置した機動的広帯域地震観測点で観測を実施した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：愛媛県、高知県、大分県、愛知県、三重県 33.7691 133.653
調査・観測期間：-2027/3/
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web） Takemura, S. (2025). Catalog and moment rate function dataset of shallow VLFE southeast off the Kii Peninsula, in the Nankai subduction zone [Data set]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.14859667

項目：地震：地殻変動：GNSS観測
概要：四国、九州の独自GNSS観測点約15点での連続観測を実施した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：四国、九州
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：公開留保中（協議のうえ共同研究として提供可）

項目：地震：地殻変動：重力測定

概要：四国・宮崎・奥能登で重力測定を実施した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：石川県珠洲市奥能登 37.52590 137.28390
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：公開留保中（計画終了後５年以内に公開予定）

項目：地震：MT・AMT観測
概要：長基線地電位差測定　３成分磁場測定。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：四国西部ならびに九州東部
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：公開留保中（計画終了後５年以内に公開予定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

1.広帯域観測を用いた超低周波地震の活動様式の詳細把握

12点での準定常観測を継続し、定常観測点と合わせて利用することで超低周波地震の検出を行う。より包括的なスロー地震震源像解明へ向け、超低周波地震の震源過程（メカニズム解、非ダブルカップル成分、モーメントレート関数、断層面積…）の詳細解析へ加え、微動やスロースリップといった他帯域のスロー地震現象との関連を明らかにする。

2.GNSS観測による豊後水道周辺域でのモニタリング

独自のGNSS観測点での連続観測を継続し、国土地理院等のデータと合わせることで、豊後水道周辺域での地殻変動を継続的に把握していく。また傾斜データに基づく短期的SSEの解析も実施し、すべり挙動の経年的な変化について調査する。さらにこれらの観測データからSSEによる変動を客観的に検出する手法の開発も継続して取り組む。

3.重力磁気観測に基づく流体挙動とプレート境界滑り

南海トラフ、石垣島等における重力データの観測を継続する。得られた重力変化とすべりの時空間発展との関連を明らかにし、それらの関連を説明するためのモデル構築を試みる。豊後水道周辺域での電磁気観測を継続し、現象発生時には時間変化の検知に努める。ただ、電話会社の光ファイバ化が急速に進められている現在、いつまで観測を継続できるか不透明である。

4.プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴抽出

2026年3月に設置した臨時地震観測点を撤収し、取得した稠密自然地震観測データの解析を開始する。また，四国東部の南北群列地震観測点のデータに二重スペクトル比法を適用し、プレート沈み込み方向での地殻内の地震波減衰構造に空間的変化がみられるか、また、それを東西測線の結果と比較し、微動の発生場所とその上の地殻構造にどのような対応関係があるかを明らかにする。比抵抗構造研究では、紀伊半島でのコンパイルした既存データや新規に取得した広帯域MT観測データを解析し、周波数領域での電場磁場比であるインピーダンスを推定する。そうして得られた広帯域MTインピーダンスとネットワークMT応答関数をあわせて３次元インヴァージョン解析を行い、浅部から深部に至る精度の高い広域深部構造を推定する。また、四国中国域で取得されていたネットワークＭＴデータのコンパイルと構造解析を継続し、島弧走行方向への構造変化の検出に努める。

5.プレート境界断層に沿った間隙水圧の推定

南海トラフの浅部スロー地震活動の静穏域にあたる四国の足摺岬沖と活発域にあたる紀伊半島の熊野沖のプレート境界断層に沿って間隙水圧を推定し、両者の比較検討を行う。

6.熊野灘における浅部スロー地震発生環境の解明

レシーバ関数解析および地震波干渉法によって得られる表面波の位相速度分散曲線を用いたジョイントインバージョンを実施し、S波速度の三次元構造を推定する。さらに、得られたS波速度構造に基づき、間隙流体圧分布を定量的に評価する。

7.スロー地震と地震発生との関連性

南海トラフ沿いにおける深部低周波地震を対象として、連続波形データにテンプレートマッチング手法を適用し、深部低周波地震カタログの構築を行う。さらに、四国西部で開発した地震・測地データを同時に活用する機械学習手法を、南海トラフ沿いの他地域へ拡張し、スロー地震現象の検出・解析の高度化を図る。

8.プレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法

R7年度に開発を行った手法のテストを継続し、手法の改良を行う。また、現実のデータへの適用を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

蔵下英司（東京大学地震研究所）, 竹尾明子（東京大学地震研究所）, 武村俊介（東京大学地震研究所）, 上嶋誠（東京大学地震研究所）, 臼井嘉哉（東京大学地震研究所）, 悪原岳（東京大学地震研究所）, 加藤愛太郎（東京大学地震研究所）, 福田淳一（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

廣瀬仁（神戸大学都市安全研究センター）, 松島健（九州大学大学院理学研究院）, 田中愛幸（東京大学大学院理学系研究科）, 津村紀子（千葉大学大学院理学研究院）, 岩崎貴哉（地震予知総合研究振興会）, 朴進午（東京大学大気海洋研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：蔵下英司
所属：東京大学地震研究所

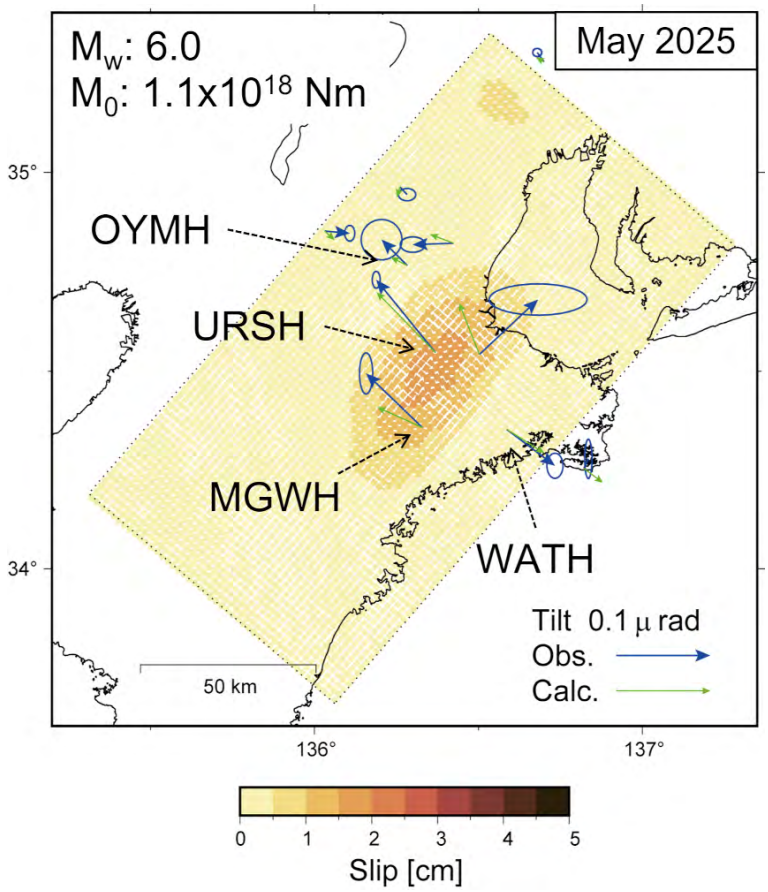


図1:紀伊半島北部で2025年5月に発生した短期的SSEのすべり分布。
青の矢印が観測された傾斜変化ベクトル、そのデータから推定されたすべり分布をカラースケールで、緑の矢印がそのすべり分布から計算された傾斜変化ベクトル。

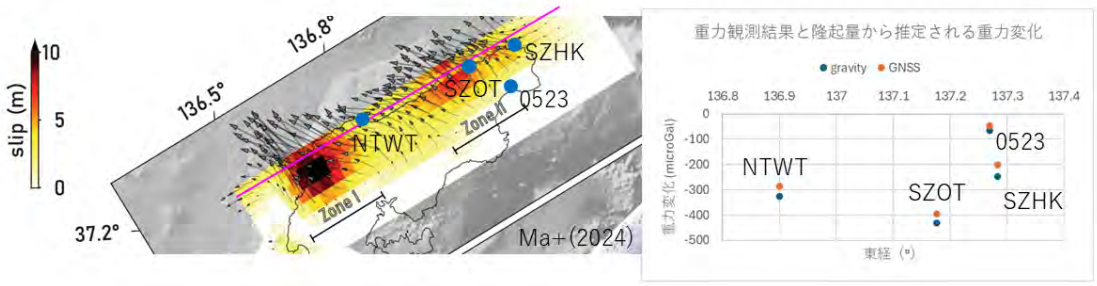


図２:能登半島地震に伴う重力変化。
青は観測結果、橙はGNSS上下変位から推定される重力変化。海岸に沿う３点で、有意な負の重力異常が検出された。この異常は通常の弾性変形理論では高々半分までしか説明できず、地下で質量移動が起きたことを示唆する。

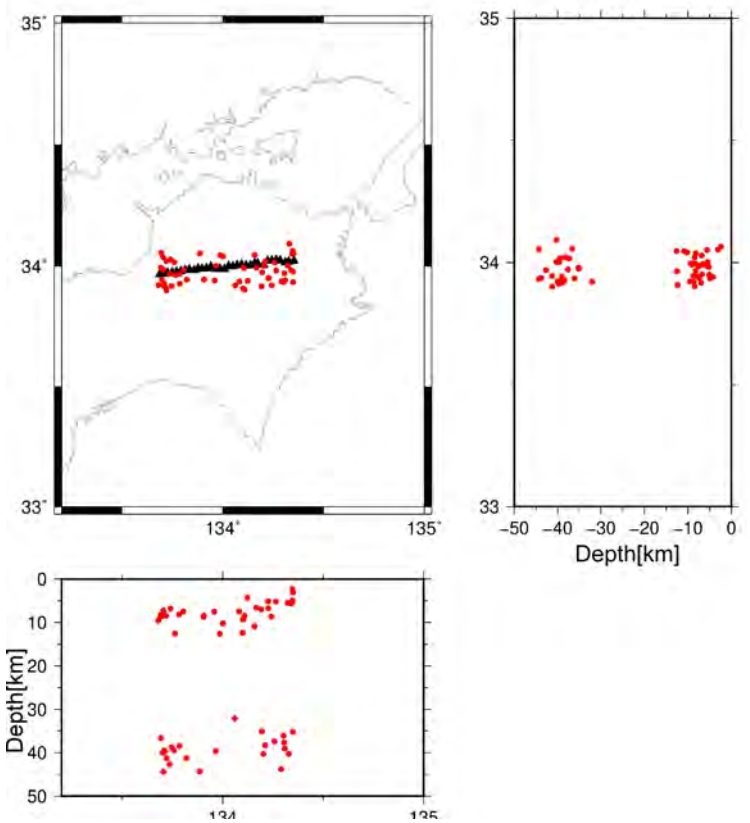


図３:解析に用いた稠密観測点(黒三角)および地震（赤丸）の分布図。

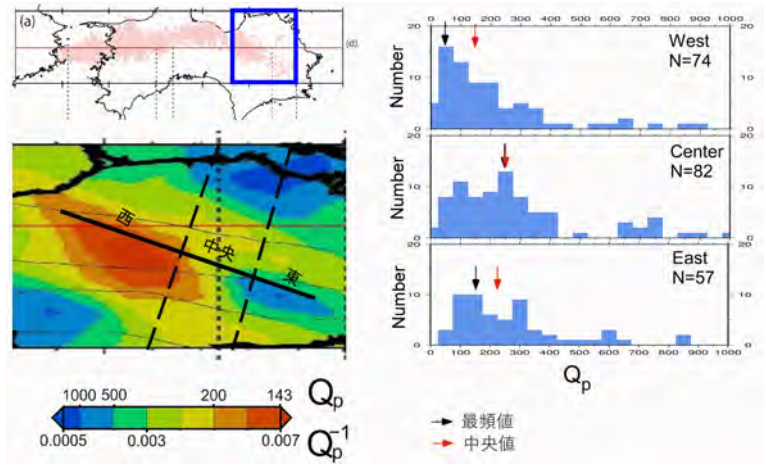


図４:（左）Kita et al.（2016）が推定した四国東部のQ構造と群列地震観測点の位置関係。（右）左図の西，中央，東の領域で発生した地震の組み合わせに対して得られたQpの頻度分布。

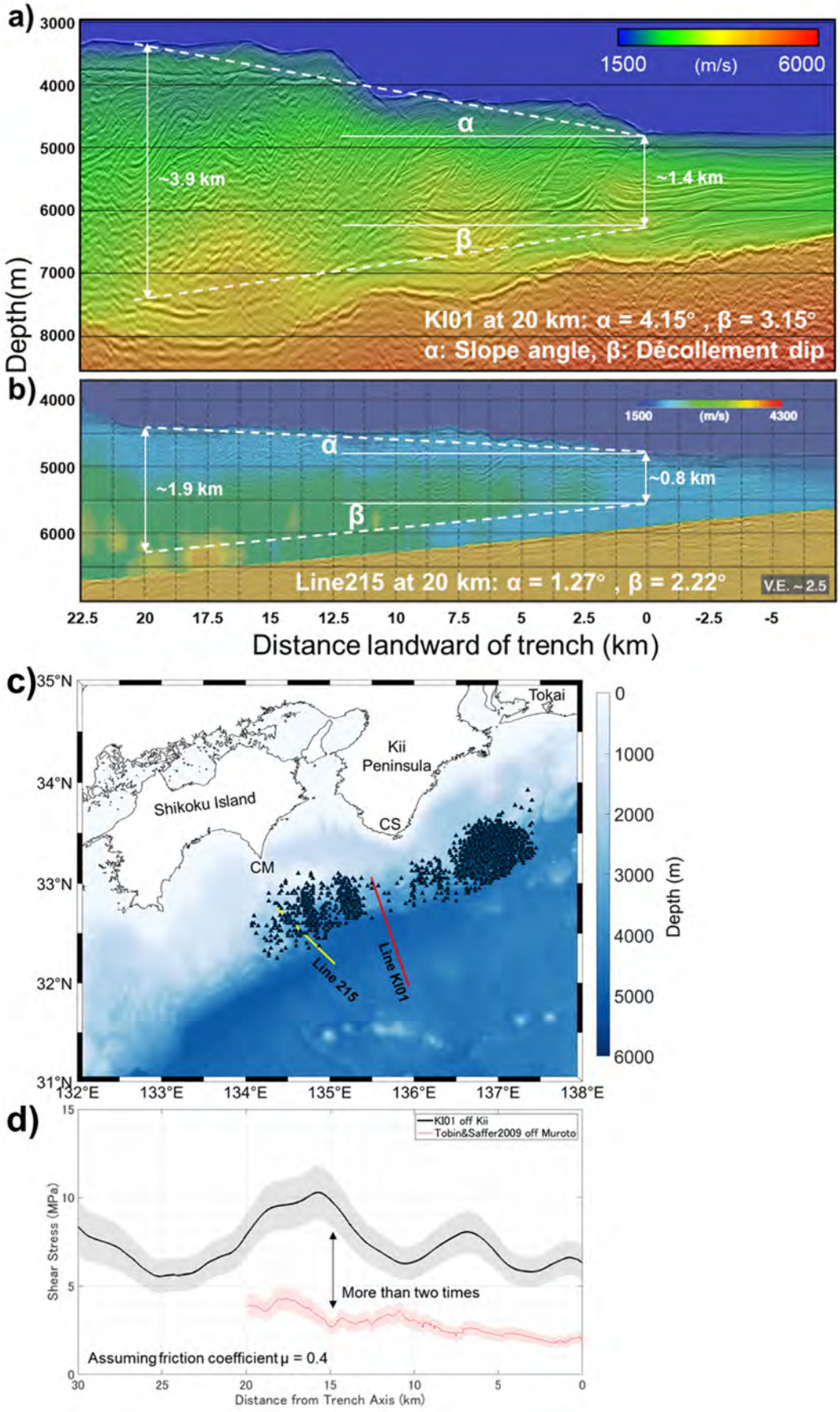


図5: (a)本研究で処理した紀伊半島の潮岬沖測線KI01のP波速度モデルとPSDM断面図。(b)四国の室戸岬沖測線215におけるP波速度モデルとPSDM断面図（Tobin and Saffer, 2009を改変）。
紀伊半島潮岬沖の付加体の層厚は、20 km地点において四国室戸岬沖の約2倍以上である。(c)スロー地震の

震央位置の空間分布。三角印は推定されたスロー地震の震央を示す（Nakano et al., 2018; Takemura, Baba, et al., 2022; Takemura, Matsuzawa, et al., 2019; Takemura, Noda, et al., 2019; Takemura, Obara, et al., 2022）。(d)測線KI01および測線215において計算されたせん断応力。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_12

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）経験的アプローチによる大地震の確率予測の高度化

（英文）Improvements of probabilistic earthquake forecast by empirical approach

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震活動など様々な観測データにみられる異常の地震先行性を、対象範囲を拡大して評価し、地学情報等と比較して異常の由来の解明を進める。機械学習等も取り入れて、予測手法の性能の向上をはかるとともに、入力する地震活動データの質・量を向上させるための技術開発を行う。地震発生確率の長期間にわたる予測値時系列の特徴を、地震予報として社会実装した場合に期待される効果という観点からレビューする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

以下、サブテーマごとに記述する。

A. (1-3年目)中期的なb値低下および静穏化の巨大地震に対する先行性を全世界の沈み込み帯で調査する。(3-5年目)機械学習手法等も取り入れて、多数の活動指標の組合せによる中期予測手法の最適化、および新たな活動指標の探索を行う。

B. (1-3年目)潮汐や地震動による地震トリガ現象の調査をより多くの地域で行う。(4-5年目)トリガの受け易さと地震発生確率の相関を調査する。また、応力場の時空間変動と地震発生確率の相関も調査する。

C. (1-3年目)様々な地域で前震識別手法の有効性を調査する。機械学習等も用いて前震識別の性能向上を試みる。(4-5年目)高精度カタログを用いて、小地震の前震現象を調査する。(1-5年目)ETASなど統計地震学的確率予測モデルの改良は継続的に行う。詳細に観測された地震活動事例については、随

時詳細な解析を行い、因果メカニズムを推測する。

D. (1-3年目)中規模地震発生や群発時など地震活動が活発な時期におけるb値等の地震活動指標の推移と続発地震の関係を事例調査する。(3-5年目)同じ時期の統計地震学的発生確率予測モデルと比較する。

E. (1-2年目)一元化データを用いて既存の深層学習検測器の再訓練を行う。(3-5年目)一元化データの豊富なデータを活かし、より表現力のある深層学習検測器を作成して、後続プロセスを含めてカタログ作成手法を向上させる。(1-5年目)歴史史料からの地震活動推定については、随時行う。また、精密なカタログを用いた地震活動指標値の確率密度分布、その異常と大地震の関係の再調査も随時行う。

F. (1-3年目)巨大地震直前の電離層異常について、同様形態の異常の平時出現率を求める。また、先行性が指摘されている関東地域のGNSS変位異常についても、原データに立ち戻って異常の由来を調べる。(3-5年目)前者については、太陽活動との関連を調べ、地殻活動由来でありうる異常の平時頻度を求める。後者については、異常の由来を参考に予測性能の向上を試みる。

G. (1-3年目)ETASを用いた常時確率計算システムを過去のデータに適用し、性能評価を行うとともに、特に高い確率が出た事例と、大地震直前期に出ていた確率を洗い出し、成功、空振り、見逃しの年表を作る。(3-5年目)上記の年表について人間の感覚での講評を行う。また、中期的先行現象と合わせた場合の予測確率時系列を作成する。(1-5年目)常時更新確率計算の地図表示プラットフォームにCSEPで検証してきたいくつかのモデルを組み込む。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

以下のようにおおむね計画通りに実施した。

地震活動以外の前兆

Dst が −100 nT 以下となる強い磁気嵐があった日付の並び (1957-2020年でトータル660日)と、M7.5以上の地震があった日付(トータル259日)の並びを比べると、磁気嵐のあと27-28日目くらいに地震がおきやすい傾向がある。これによる確率利得 (PG) は2.5程度だが、カイ二乗値は16もありp値は0.1%以下と統計的有意性は非常に強い（ただし、磁気嵐の発生自体がある程度の規則性をもつためか、地震の発生日だけをランダマイズしたシミュレーションにおいては、実際に観察された程度以上の相関が約7%の確率で出現するという点は気がかりである）。磁気嵐が地震をトリガするメカニズムの候補としては界面動電作用が考えられ、これは地中に0.01MPa程度と地震活動に影響しうる有効圧変化をもたらしうる。また、27-28日というタイムラグの値が太陽の自転周期や月の朔望周期に近いことには意味があるかもしれないが、周期がタイムラグに変換されるメカニズムは思いつかない。なお、磁気嵐指標として Kp (7以上) を用いても似たような相関がえられるが、PG が1.48、二項確率が12%と明瞭さが劣る (Chen+, 2025, GRL)。

2001-2010年に柿岡から100 km以内でおきた218個の地震 (M4以上、60km以浅)に対する事後予測実験を行った。予測モデルは、時間 ETAS の予測に、 ULF 磁場異常 (JMA柿岡観測所; Han+, 2017, GJI) および地表一酸化炭素濃度 (CO) 異常 (NASAの維持する MERRA-2データセットの調査地域での値を Zhang+ (2024, IEEE Trans.)の手法で異常判定)を加味して、地震発生確率密度 λ を逐時予測するものである。ULFおよび CO 異常については、それぞれ一定のタイムラグ・継続時間でいくばくかのλがETASによるものに加算されると仮定して、こららのパラメタを実際の地震系列をよくフィッティグするように決めたもので、ULF異常の先行時間は5.4日±1.5日、CO異常の先行時間は9.2日±0.15日と推定された。統合モデルの性能は、ETASのみによる予測に比べて、地震1個あたりの PG が1.24から1.28に1.032258倍改善されており、地震218個全体では、1.03232258^128 = 1013.55倍の PG 改善となる。なお、異常の発生時刻をランダマイズするとこれらの改善が失われたので、モデルの改善はオーバーフィッティングによるものではないと確認できる。ETASモデルでは実際におきた地震の81%が背景イベント(ランダムPoisson)、19%がETAS (余震的トリガリング)効果によるものと解釈されていたが、統合モデルでは、背景イベントの割合が69%に減少し、ULF異常によるものが10%、CO異常によるものが4%となった。ETASによる割合は17%と少ししか下がっておらず、おおざっぱにいえば、ULF 異常および CO 異常の前兆がついた地震の分だけ、予測される地震が増えたということになる (Zhang+, 2025, GRL)。

電磁気的地震先行現象検知のために、日本大学・静岡県立大学・東海大学等で共同開発を行っている超小型人工衛星「PRELUDE」は，約7年間にわたる開発期間を経て、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の革新的衛星技術実証4号機のプログラムとして2025年度内（2026年3月まで）の打ち上げ

が予定されている．本年度は、昨年度行った CSES 衛星及び DEMETER 衛星データの再解析の結果を参考に、衛星搭載ソフトウェアを開発・実装した。また、フライトモデル（実際に打ち上げ・宇宙で運用されるモデル）がロケット打ち上げ環境に耐えうることを確認するための振動試験も行った (Sone+, 2025, 76th International Astronautical Congress; Kamogawa+, 2025, 76th International Astronautical Congress)。

地震検測手法

事前情報や学習データを必要とせずに地震波の到達波をピックし、初動の極性を決定する新たな確率的手法を作った。この手法は、ノイズレベル分布と結びついた固有値方程式を用いて到達時刻を特定し、極性確率を導出する。合成および実測の波形データセットを用いた検証では、手動ピックと高い一致性を示し、98%の精度を達成した。本手法はニューラルネットワークベースの手法と同等の性能を発揮しつつ、異なる地震カタログ間での高い移植性と一貫性を提供する (Pei+, 2025, EPS)。

微小地震の把握は前震活動の検出やその物理過程の理解に不可欠である。観測点が少なく、また波形のS/N比も低いような条件下でも微小地震の震央を決定することを目指して、単一観測点の波形データから震央距離と方位を推定する機械学習手法を開発した。本手法を四川地域のテストデータに適用し、震央距離の平均誤差約3km、方位誤差約22度の精度を達成した。この手法を用いることで、検出・震央決定された微小地震の数が既存カタログの約1.4倍に増加した (Zhang+, 2025, EPS)。

日本の約2000地点で継続的に記録されている定常地震観測データから、より高品質な地震イベントカタログを開発するため、気象庁（JMA）が取得した20年間の到達時間データを用いて、深層学習ベースの走時検出器を訓練した。性能向上のため、コンピュータビジョン分野（特にセマンティックセグメンテーション）で実証済みの技術を、最も広く使用されているニューラル走時検出器の一つである PhaseNet に組み込み、新モデル PhaseNeXt を開発した。このモデルは DeepLabv3+ に着想を得たアーキテクチャを採用し、パラメータ効率の高い ConvNeXt ブロックを残差接続で連結することで、勾配消失を緩和し、大規模な訓練データセットへの拡張適応を可能にしている。さらに、詳細な手動検査を受けていない到着時刻の測定値（自動読み取りまたは簡易確認済み）を学習プロセスに含めることで、小規模地震に対する性能向上が実証された。これらの知見を活用し、2002〜2023年の気象庁統一カタログ記載イベントに関連する2500万の波形を用いて、異なるパラメータサイズの3つの深層ニューラルネットワークモデルを訓練した。現行の気象庁ワークフローに統合した場合、最高性能モデルは気象庁カタログ記載イベントの約3.5倍の事象を検出した (直井, 2025, JpGU; 直井+, 2025, SSJ; 直井+, 2026, 地震研究所共同利用研究集会; Naoi+, submitted to EPS)。

地殻状態のモニタ

背景微動を用いた地震波干渉法で、2010年10月1日から2012年7月31日までの富山、長野北部、新潟あたりの地殻の地震波速度の時間変化(1日ごとに分析して、30日の移動平均)をみた。Brenguier+ (2014, Science)と似た結果だが、2011年M9東北地震の後1.5年までやったことと移動平均のおかげで、Brenguier+ (2014)が見たM9のコサイスミックな速度低下 (M9による揺れと相関、火山地域で顕著で0.1%くらい落ちた)に加えて、低下した速度が指数関数的に回復していく様子が見えた。2012年7月31日時点では、まだ完全に戻った地域はなく、今後調査期間を延長する。また、M9の13時間後にこの地域の中心でおきたMw6.2長野県北部地震の影響は見られなかった (Bagot+, 2025, SSJ)。

地震活動解析

昨年度開発した(時間版の) ETAS モデルと RSF 則に基づく地震活動モデル (Dieterich モデル)の混合モデル (Iwata, 2025, J. Agricult. Biologi. Environ. Stats.)を時空間へと拡張した。2004年新潟県中部地震などの余震データに対しては、時空間 ETAS モデルよりも混合モデルの方がよいことが示された (Iwata, 2025, International Symposium on Earthquake Forecasting to Commemorate the 50th Anniversary of the 1975 Haicheng M7.3 Earthquake, 岩田, 2026, ISM STAR-E研究集会)。

時空間ETASモデルにおけるクラスターの空間分布（空間カーネル）について、非等方性を入れたものを提案した。同様の試みは時空間ETASモデルの原論文であるOgata (1998)でも行われているが、それを簡便化したものであり、広域ではなく余震域など比較的狭い領域に対しては、本提案カーネルの方がよいことが示唆される (岩田, 2025, SSJ; Iwata, 2025, ACES International Workshop)。

2024年1月1日の M7.6能登半島地震から3ヶ月間の余震の b 値の空間分布と本震の滑り量の空間分布を比較したもの。断層全域を約1000個の小断層にわけ、それぞれの小断層の b 値をロバストな実用

手法とされている b-positive 法 (van der Elst, 2021, JGR)と小断層の中心からの震源距離にもとづく重み (Tormann+, 2015, Nature Geoscience)を用いて求め、その小断層の滑り量と相関をとった。Wiemer and Katsumata (1999, JGR)が神戸地震で示したのと同じく、大滑り域が高 b、小滑り域が低 b なのは明瞭である。全体でみても、断層構造にあわせた7つのセグメント別にみても、この相関は明瞭で統計的に有意である。いっぽう、能登半島でおきた他の大きな地震(2007, 2022, 2023)に関して同じことをやったが、相関ははっきりしなかった (Morita+, 2025, JpGU)。

前震

Yamashita+ (2021, Nature Communications)が長さ1.5 m x 幅0.1 m の大型試料でおこなった実験では41回のstick-slipがおきた。長手方向の剪断応力分布はひずみゲージをならべてモニタされている。各stick-slipイベント(本震)直前の0.5秒についてIshiyama+ (2024, JpGU)の改良マッチトフィルタ法を用いたAEの検出・震源決定を行ったところ、前震が少い場合と多い場合があり、連続するサイクルにおいて両極端がみられることもあるので、累積変位に応じて徐々に変化する表面状態の発展による違いではない。サイクル初期に剪断応力が空間的に不均質であるほど多くの前震がおきる傾向が見い出された。そのような場合には、前震に続いて短命な局所的 slow slip が複数回おきることも多かった。この slow slip は長期的に本震に向かって成長するわけではなく nucleation 的な描像にはあわない。それでも前震(および slow slip) の活動は空間的に順次伝播しており、前震(および slow slip)がおきて、断層の応力不均質がならされ、大きな地震の成長を妨げないようにする役割は果たしていると考えられる。一方、前震が少なかった回は、サイクル初期の剪断応力が空間的に不均質が少なく、また slow slipも見られない。前震は本震に近い場所に起きており、cascade modelのように、前震が本震をトリガしていると解釈できる。本実験ではサイクル初期の剪断応力不均質は前回の本震の滑り分布で決まったはずで、これは自然地震でもそうだろうから、前震活動と本震発生のタイミングは、過去の本震情報に基づいてある程度予測可能かもしれない (Ishiyama+, 2025, JpGU)。

最近の大地震での事例

2025年7月30日にカムチャッカ沖でおきた Mw8.8の巨大地震には、その前10日ほどにわたって非常に活発な前震活動があった (Stein+, 2025, Temblor; 原田・石辺, 2025, SSJ)。Mw8.8の震源から約120 kmにある陸上観測点 (IU.PET) の三成分連続地震波形にPhasenetを適用して、7月20日から本震までの間に地震を854個自動検出した。それらの方位と震源距離から、約 7 km/日程度での過渡的な震源移動が複数回、いずれも南向きにおきていたことが見い出された。この移動速度は沈み込み帯の SSE の移動速度と同程度であり、SSEによる応力変化が本震の短期的な準備プロセスに貢献した可能性がある (Zhang+, submitted to GRL)。2025年Mw8.8は1952年Mw9.0の再来と考えられるが、その間の期間、震源域の地震活動はずっと低かった。このことも、最後の10日間の活発な活動がMw8.8の切迫と強く関係するものだったことを示唆する (Nanjo+, 2025, SCEC meeting)。

2023年2月のトルコM7.7・M7.5連動地震について、ETAS・b値・クーロン応力を統合して地震活動を解析した。主震前には活動の活発化と低b値を確認し、低b値域は破壊開始部の大すべり域と一致した。一方、主震後の最大級の余震は高応力域で発生していることを確認した。余震系列は減衰中だが、継続期間は2.7〜5.5年と推定された (Nanjo+, 2025, Geosciences)。

流体による地震活動

能登地方の2000-2024年の地震活動を3次元有限断層時空間ETASモデル (Guo+, 2019, GRL; Guo+, 2021, JGR)で解析した。2007年Mw6.7、2023年Mw6.2、2024年Mw7.5の地震の余震生産性に強い空間的不均一が認められ、高生産性異常は地表からそれぞれ深さ15, 15, 27kmまで続いていた。さらに確率的再構築法 (Zhuang+, 2004, JGR)を用いて、主要モデルパラメータ（生産性、トリガ強度、減衰率、b値）が空間的・時間的に顕著に変動し、特に南西部と北東部の2地域(M7.5地震の大滑り域とかぶる)で高い生産性、低い α 値、低いp値、高いb値がみられた。これらの異常は2021年から2023年にかけての群発活動において最も顕著であり、群発活動と複雑な余震活動が半島の下部地殻または上部マントルにおける流体移動の影響を受けたものであることを示唆する(Guo+, 2025, JGR)。

2001年5月末より奈良県南西端の和歌山県との境界付近で，次いで2002年7月末より奈良県中央部において群発地震活動が開始した。前者は発生から約10年間継続し、後者は20年以上経過した現在でも継続中である。波形相関に基づいた震源再決定カタログからは、これらの群発地震活動には拡散的なゆっくりとした震源移動が認められ、非定常ETASモデルからは、群発地震活動の背景地震強度の増

加がみられ、同タイミングで面積歪に短縮傾向の鈍化が現れた。これらの結果は流体の貫入を示唆する。推定した拡散係数や浸透率は、これまで報告されている群発地震活動の中では小さめであり、経験的に期待される群発地震活動の長寿命化と整合する。本研究の結果及び先行研究（地震探査、地震波トモグラフィ解析、希ガス・主要元素組織解析）から、本解析領域にはスラブから脱水した流体がマントルウェッジを経由し、北〜北西傾斜の弱面に沿って上昇していると考えられる。スラブ起源の流体が群発地震活動に関与していることから、将来も定期的に流体の貫入による群発地震活動の発生が予想される (弘瀬・中村, 2025, SSJ)。

火山活動モニタ

伊豆半島東部は頻繁にマグマ活動による群発地震をおこしており、1970-90年代は地表の隆起に示唆される深部からのマグマ上昇が背景と考えられていた。いっぽう2000年代には、深部から地殻へのマグマ貫入を示唆する地殻隆起鎮静化しているが、通常地震(0-20 km深)、LFE(30-40 km深) とも継続的に発生しており、2006年4月と2009年12月に始まり約1ヶ月続いた群発地震(どちらも走向5 km、鉛直10km程度のクラスタであり、隣接している)は顕著なものであった。また、気象庁カタログには、群発域の深部(30-40 km深)にLFEが47個示されている。2005年から2020年までの期間について、これらの群発を含む15 x 20 km程度の領域でおきた通常地震 (M1以上、約4500個)、および気象庁検出の LFE をテンプレートとしてマッチトフィルタ法で求めたLFE (CC0.25以上で894個) のうちM0.3以上の約200個の活動をETAS で変化点分析した。2例とも、通常地震は、群発地震と同時あるいは少し遅れて静穏化したが、LFE はそれより数ヶ月から1年程度遅れて静穏化した。地殻内マグマ溜りからのマグマの動きに起因するとして以下のような解釈が可能である：まずマグマ溜りの浅部からマグマが周辺の地殻浅部の亀裂に入り込み (貫入し) 、群発地震が起きる。このときマグマ溜りからマグマが出たことでマグマ溜りの浅部およびその周辺の応力が下がり通常地震の静穏化をおこす。マグマ溜り浅部でおきたマグマ圧の減少は、やがてマグマ溜りの深部に伝播し、LFE の静穏化をおこす (Nanjo+, 2025, J. Volcanology and Geothermal Res.)。

コンゴ東部のニーラゴンゴ火山は、20年間の休眠を経て2021年5月22日に側方噴火を起こし、30人以上の死者を出したほか、甚大な経済的損失をもたらした。火山頂部下で発生した地震を分析し、b値の大きな変動を見い出した(差応力との逆相関を期待)。まず噴火数日前から、b値は平常値（ = 0.94）を大きく上回って上昇し、噴火2日前に1.55でピークに達した後、噴火中には平常値を59％下回る値まで一時的に急落、その後6時間ほどは平常値の90%前後でふらついた。噴火前の高いb値は、火山周辺へのマグマ流入による微小亀裂の活性化を反映している可能性が高い。用いた地震カタログは、欠測期間やMcの変動を含む明らかに不完全なものであったが、確率的手法によるカタログ補充 (Zhuang+, 2017, EPS; Stallone and Falcone, 2021, Earth Space Sci.) を行っても、上記のb値変動は同様にみられた。さらに、ETASで抽出した噴火直前の背景活動度の大きな増加を、クーロン応力変化履歴と地震活動度を結ぶ理論式 (Dieterich,1994, JGR) で解釈すると、10.5 MPaの応力増加が示唆された。この事例は、最近の高度な活動解析手法を用いることで、十分とはいえない地震観測でも噴火の予測につなげうることを示唆する (Bantidi+, 2025, J. Volcanology and Geothermal Res.)。

様々な地域における地震活動の分析による中-長期予測

Wang+ (2021, EPSL)は、雲南の2000年から2019年までの5年間におけるb値の地震予測性能を評価し、2020年から2024年にかけてのM≧5.0地震の予測を行った。PD (予知率–アラームフラクション)を大きくとるという意図で、警報分率が20%程度になるように b が0.92以下の地域を赤く塗った。蓋をあけてみれば、10個のM≧5.0のうち5個、3個の M≧5.5のうち2/3個が警報域でおき、期待されていた程度に当っていた。今回、2025-2029の予測を作成するにあたって、ETAS の背景レートも用いることを検討した。過去25年のデータに関してレトロに5年予知をしてみると、背景レートにも有用なゲインがあり、b値と背景レートの両者を考慮すると最もに性能がよいことがわかったため、この手法で2025-2029年を対象とした新たな先行予測を発表した (Zhang, 2025, Entropy)。

チベット高原北東部は高応力・低ひずみ地域であり、地震観測が限定的であることと発生頻度の低さから地震カタログは完全なものではない。そこで、発生する地震のマグニチュードと発生時刻は独立であるということだけを仮定して、とりもらしたイベントを補充する Bi-scale empirical probability integral transformation (BEPIT, e.g., Zhuang+, 2017, EPS) により、2009年以降の6つのMs≧6.0前後のカタログのとりもらしを補充して、ETASパラメータとb値を推定した。その結果、b値が低く、背景地震活動が非常に低く、余震の減衰が急速で、余震の多くは本震によって直接的に誘

発された1次余震であることが明らかになった。また、前震によるETASトリガが大きく貢献して起きたと思われるのは6つのうち1つだけであった。このような状況では地震活動の推移から大きな地震を予測することは難しく、他の前兆の観測が必要である (Wang+, 2025, Entropy)。

Megharoui+ (2016, Episodes J. Int. Geosci.) の地震テクトニクス区分に従ってアフリカ全土を6つの地域に分け、うち東アフリカ地溝帯はさらに3つにわけETASモデルを用いて各地域の地震活動度を評価した。USGS-NEICカタログ(M4以上)を用いて、Davidon–Fletcher–Powell最適化アルゴリズム (Jalilian and Zhuang, 2019, R package; Fletcher and Powell, 1963, Comput. J.) によって各地域のETASパラメタをきめた。地域によってパラメタはかなり違い、それは地質・地物的な要因による差異もあるようだが、余震の生産性 (α)、時間的減衰 (c)、空間的分布 (d, γ)については、カタログのとりこぼしによると思われる大きな分散がある。今後10年以内にM7以上の地震がおきる確率は、高い順に、北西アフリカ地域(24%)、東アフリカ地溝帯の西部(13%)、南部アフリカ(8%)である (Bantidi+, 2025, EPS)。

大きな余震の予測

学習期間である本震後3時間から余震活動の定量的予測を出し続けられる、早くてロバストな状態空間モデルによる大森–宇津則パラメタ、b値、Mc等を逐時ベイズ推定しつつ準リアルタイム予測する手法 (Omi+, 2013, SR; Omi+, 2019, SRL) を用いて、2014年 (Mw5.4、 41 km深、Maraseti地域) および2023年 (Mw5.4、14 km深、Gorj地域)というルーマニアの2つの地殻内地震の余震の(事後)予測を試みた。どちらの地震もbやpはいわゆる普通の値だったが、2023の方が余震生産性が高く、Mcに影響されない予測として、本震より大きい地震がおきる確率をみると、2023の方が10倍近く高い。また、両者とも、余震活動の時間変化も当てられていた。Omi+的な余震活動の準リアルタイム予測は、さまざまな環境において実用に利する情報を提供できることが示唆される (Ghita+, 2025, EPS)。さらに、同じ手法をモロッコの最近のいくつかの余震系列に適用し、やはり有望な結果を得た (Hamdache+, 2026, Physics and Chemistry of the Earth)。

大地震のあとの余震クラスタの最大マグニチュードを予測する Nestore という機械学習アルゴリズム (Gentili+, 2023, SRL)は、イタリア、スロベニア、ギリシャ等ではトップレベルの予測性能を示したが、日本への適用では、地震活動が複雑かつ、大きな余震がおきる余震クラスタの割合が低いせいでうまくいかなかった。そこで、ETASにもとづく確率的デクラスタ (Zhuang+, 2002, J. Am. Stat. Ass.)とグラフベースの決定論的選択アルゴリズムを取り入れてNestoreを補完し、さらに、大きな余震がおきるクラスタ (type A) が、おきないクラスタ (type B)より圧倒的に少いという日本の特徴に対応した新しいクラスタ評価手法REPENSEを開発した。1973–2004年のデータ (type Aが7個、type Bが43個)で訓練し、2005–2023年の事象 (type A が4個、type Bが27個)で検証したところ、type Aの75%、type Bの96%を正確に予測し、精度0.75、正味精度0.94を達成した。この手法は準リアルタイムで使える。2011年東北地震については、2日前のM7.3から始まった群発活動がtypeAと分類され、それは当たっていた。2024年4月四国M6.6の余震活動はType Bと分類され、それも当たった (Gentili+, 2025, Geosciences Frontiers)。

地震活動の臨界性と予測可能性

1つの地震がおこす余震数の期待値は分岐比と呼ばれ、これが1以上ならSOC状態で大きな地震はいつでもおきうる(完全に予測不能)。地域的なカタログにもとづいて従来の方法（たとえばETASパラメタとG-R則から）で求めた分岐比は1を大きく超えることも下回ることもある。しかし、非常に大きな合成カタログを用いて調べてみると、従来の分岐比推定は現実の地震カタログのもつカタログ境界・サンプル数制限・マグニチュードカットオフによるバイアスを受けていたことがわかった。高度なクラスタリングモデルによってこのバイアスを補正する方法を編み出し、カリフォルニア、ニュージーランド、四川–雲南、能登 (2018年1月1日から2024年2月19日) について真の分岐比を推定した。能登は0.95から0.85に下方修正されたが、他の三地域では上方修正となったが、推定された真の分岐比はいずれも有意に1より小さく、0.70ないし0.85と亜臨界域にあった (Li+, 2025, JGR)。

日本列島の太平洋側で過去にM9クラスの超巨大地震を起こした、2011年M9東北地方太平洋沖地震の震源域（以後A地域）と北海道東方沖（以後B地域、内陸到達津波堆積物の調査から, 平均して約400年に一度の頻度でM9クラスをおこしており、最新のものは17世紀である）について、M2.5以上で求めたb値とM5.7以上に着目した相対的静穏化を鍵として最近の地震活動の総合的な解釈を試みた。A地域では2011年M9の前10年程度の期間にM9震源域周辺でb値が約0.6まで低化した(Nanjo+, 2012)が、

2011年M9以後は増加を続け現在は1.1前後で、いまも応力は比較的低い状態にあり、すぐにM9クラスの地震が再来する可能性 (Tormann+, 2015, Nature Geoscience) は小さいと思われる。一方、現在B地域で最もb値が低い、2003年M8十勝沖地震の震源東側地域では、余効滑りが続いた2008年までb値が増えていたが、以降は下がり続け、現在は約0.6まで落ちている。B地域では2008年10月から現在まで相対的静穏化も続いている。直近のM9クラスからの経過時間が10年強のA地域で応力が低く、約400年のB地域で応力が高いという観察は、M9クラスの超巨大地震が、「いつ起きてもおかしくない完全なランダム現象」ではなく、地下にたまる応力の状態に応じて、ある程度特徴的な間隔で繰り返している可能性を示唆する (Nanjo+, 2026, comm. E&E)。

マグニチュード (実際はエネルギー = モーメント)を発生順に並べた数列に基いて、複雑系の臨界状態への発展を判断するナチュラルタイム解析では、いくつかの異常指標が提案されている。昨年度報告した日本への適用例 (Varotsos+, 2024)を参考にして、台湾の1981年以降の地震活動 (M>3.9で2712個)に基く前兆の同定を試みた。まず、この期間におきた最大の地震2つ (1999年9月21日のMw7.6 Chi-Chi地震、2024年4月3日のMw7.4Hualien 地震)の前の期間を調べると、Chi-Chi地震の1ヶ月前、Hualien地震の7ヶ月前に強い異常があった。そこで、解析期間を74個の7ヶ月長の期間に分けて調べたところ、同様の強い以上があった期間は上記の2つ以外には1つだけであり、異常期間の占める割合 (Alarm Fraction) は3/74 ≒ 4%となる。2つの大地震がともにこの期間におきたのが偶然である確率は0.75%となり、ナチュラルタイム異常の前兆性は統計的に有意と評価できる (Varotsos+, 2005, geosciences)。

地震活動に対するナチュラルタイム解析 (e.g., Varotsos, 2010, EPL) で最初に提案された地震活動の秩序パラメタ κ_1 が0.07を超えると数ヶ月以内に本震が発生するという説について、統計的に有意かどうかの検証を2003年9月26日のMw8.3十勝沖地震を予測対象として行った。十勝沖地震の前約10年間、Mw8.3の震源域周辺 (40-44N, 141-147E)について、時間グリッド1ヶ月、空間グリッド0.1°で、各グリッドから150 km円内のM3.8以上、深さ100 km以浅の地震を用いて κ_1 を求めた。2003年6月から9月には、本震の大滑り域に κ_1 異常が出ており、少くとも見逃しではない。κ_1異常(0.07超え)はこの時空間以外にもおきていたが、κ_1 を評価した全時空間グリッドのうち κ_1 異常(0.07超え)がおきたのは7.02%とAlarm Fractionは小さく、上述の本震前異常がおきたのは偶然ではない可能性が高い(勝俣, 2025, SSJ)。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

2(2)イに関して、長期間にわたる観測データがある先行現象に関しては、時間依存する点過程確率密度関数のフィッティグというの統計的取扱いが定着し、ETASと他の複数の先行現象を組み合わせての定量的確率予測の性能向上など直球の成果が得られた。現時点で予測性能の大半を稼いでいるETASについては、余震の物理メカニズムの考慮、非等方な空間カーネルの採用などさらなる改良も提案された。電磁気的先行現象については、統計的に有意と思われるものが新たに提案された。電磁気的先行現象を観測するための衛星が打ち上げ間近で、異常の実体解明のためのデータ取得が期待される。前震に関しては、地震サイクル初期に剪断応力の空間的不均質が大きいと前震と短期的SSEが顕著になる可能性が大型試料のスティック–スリップ実験から示唆された。前震の物理的意義についての新たなアイデアであり、**2(2)ア、1(3)**にも貢献する。2025年カムチャッカM8.8の顕著な前震に見られた複数回のマイグレーションにも関係する可能性がある。**1(3)**に関しては、2011年M9東北地震によって低下した地殻の地震波速度が1年以上かけて指数関数的に回復する様子をとらえた。また、2024年1月1日の能登半島地震の余震のb値の空間分布を高い分解能で求め、大滑り域が高b、小滑り域が低bという明瞭な相関を見つけた。現時点での予測手法の二本柱であるb値とETAS (i.e., 余震的トリガ)に関する経験則の高度化・物理メカニズムの解明につながる可能性がある。

1(3)、2(2)ア、2(2)イにおいて、地震現象の臨界性は根本的な問題だが、その指標と期待される余震分岐比は、現実の地震カタログの不完全さによってかなりのバイアスを受けていることがわかり、それを補正すると世界の異った4地域全てで亜臨界となった。これは、東北M9震源域と北海道東方沖での最近数十年の地震活動の分析から、地震サイクルの序盤と終盤における臨界への近さの違いが覗えるとする最近の研究結果とも整合する。また、台湾と十勝沖における長期にわたる地震活動のナチュラルタイム解析では、臨界的とされる振舞いが、最大級地震の数ヶ月前に選択的に出現したことを見い出した。これらはもちろん**2(2)イ**への直接的な貢献でもある。

2(3)に関しては、伊豆東部での顕著な群発事例に関して、地震とLFEの推移をETAS解析し、地殻内

マグマ溜りの内部および周辺でのマグマの動きを推定した。コンゴのニーラゴンゴ火山の2021年噴火時の地震活動では、b値とETAS解析によって噴火の数日前からの微小亀裂の活性化や、噴火直前の応力の急増が示唆され、十分とはいえない観測網でも準リアルタイムの噴火予測ができる可能性を示した。これらは、3(4)にも貢献する。

3(4)に関しては、さらに、これまで提案してきた地震活動の観測に基く様々な経験的予測手法を世界のあちこちで実践することを試みた。地震の観測網が十分でない地域では、以前に提案した統計的なとりもらし補充法が非常に役立った。日本で開発された、中規模以上の地震に続く余震活動に対して、ETASやGR則のパラメタを逐次更新することで準リアルタイムにロバストな予報を出す状態空間モデルを用いた手法を、ルーマニアとモロッコの複数の事例に適用し有望な結果を得た。また、ヨーロッパで開発され成功していたが、日本に適用するとうまくいかなかった、余震クラスタの最大マグニチュードを予測する機械学習アルゴリズムに、日本の地震活動の特徴を考慮した追加アルゴリズムを加えることで大きく改善した。中長期的な大地震の確率に関して、ETASやb値を用いての推定を世界の様々な地域で行った。雲南地域については、2020-2024年の5年間に対して発表していたb値にもとづくM5以上のハザードマップが所期の性能を達成したことを確認し、新たにETASの背景レートも参照して性能向上をはかった2025-2029年のハザードマップを出版した。チベット高原北東部においては、2009年以降の6つのM6以上地震の余震をETAS解析し、本震発生にETAS効果が貢献したのは一例だけで、地震活動の推移から大きな地震を予測するのが比較的難しい地域であると指摘した。アフリカ大陸については地震テクトニクスを参考に8地域にわけてETAS解析し、それぞれの地域での今後10年以内にM7以上の地震がおきる確率を発表した。また、予測手法の礎たる地震カタログを向上させる技術開発でも成果があり、観測の乏しい地域での検出・位置標的の改善に資する技術も提案した。4(2)に関しては、確率的な地震の予測情報に関する一般向け、専門家向けの講演を積極的に行った。5(4)に関しては、以前に提案した3次元有限断層時空間ETASモデルを2000年以降の能登地方に適用して、地殻の深くまで続く余震生産性やb値などの強い空間不均質を見い出し、2021年以降の群発活動やその余震活動が下部地殻または上部マントルにおける流体移動の影響を受けた可能性を示した。また奈良–和歌山県境で時折おきる群発地震について、震源移動の発見と非定常ETAS解析から、従前から地球化学的証拠によって提案されているスラブ起源の流体貫入による活動という見立てを支持する結果を得た。

災害の軽減に貢献するという目的に関しては、上述のように様々な予測手法を世界の様々な地域での観測状況や地活動の特徴に適応して活用する実践的な取り組みが多く行われた。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Hirose, F. and A. Kobayashi, 2025, Tidal correlation of deep tectonic tremors increases during long-term slow slip events in the Bungo Channel, southwest Japan, Earth Planets and Space, 77, 18, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02145-5, 査読有, 謝辞無

Zhang, J., A. Kato, H. Zhu, and J. Zhang, 2025, Small earthquake location via machine learning with insufficient data, Earth Planets and Space, 77, 133, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02258-x, 査読有, 謝辞無

Varotsos P. A., N. V. Sarlis, E. S. Skordas, Q. Huang, J-Y. Liu, M. Kamogawa and T. Nagao, 2025, Twenty-Five Years After the Chi-Chi Earthquake in the Light of Natural Time Analysis, Geosciences, 15, 198, https://doi.org/10.3390/geosciences15060198, 査読有, 謝辞無

Nanjo, K.Z., T. Kumazawa, J. Izutsu, T. Hori, T. Nagao, and K. Oike, 2025, Seismicity before and after the 2023 M7.7 and M7.5 Turkey Quakes, Geosciences, 15, 113, https://doi.org/10.3390/geosciences15040113, 査読有, 謝辞有

Nanjo, K.Z., Y. Yukutake, and T. Kumazawa, 2025, Changes in Seismicity in a Volcanically Active Region of the Izu Peninsula, Japan, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 465, 108355, https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2025.108355, 査読有, 謝辞有

Nanjo, K.Z., T. Hori, and D. Iwata, 2026, Non-Randomness of Japan Megaquakes Implied by Stress Recovery and Accumulation, Communications Earth & Environment, 7, 101, https://doi.org/10.1038/s43247-025-03075-6, 査読有, 謝辞有

Iwata, T., 2025, Mixture of Linear and Nonlinear Hawkes Processes and Its Application to Real Earthquake Sequences, Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, https://doi.org/10.1007/s13253-025-00681-x, 査読有, 謝辞有

Bantidi, T. M., T. Nishimura, K.Z. Nanjo, B. Enescu, T. Ishibe, and G. M. Tuluka, 2025, What Triggered the 2021 Eruption at Nyiragongo Volcano (D.R. Congo)? Unraveling the Complex Interplay between Tectonism and Magmatism, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 467, 108429, https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2025.108429, 査読有, 謝辞無

原田智也・西山昭仁・石辺岳男, 2025,『大地震見聞録』に記録された安政江戸地震による土浦の被害，歴史地震, 40, 81-107, 査読有, 謝辞無

Bantidi, T. M., T. Nishimura, T. Ishibe, B. Enescu, and G. M. Tuluka, 2025, Variability of Epidemic-Type Aftershock-Sequence Parameters and relation to physical processes for earthquakes in Africa, Earth Planets and Space, 77, 29, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02151-7, 査読有, 謝辞無

Petrescu, L. and B. Enescu, 2025, Seismicity of a Relic Slab: Space–Time Cluster Analysis in the Vrancea Seismic Zone, Earth, Planets, and Space, 77, 6, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02136-6, 査読有, 謝辞無

Poveda, B. V., K. Nishida, B. Enescu, and R. Takagi, 2025, Ocean Microseisms Recorded by the Cuban Seismic Network: Time Variation, Spectral Features, and Source Directionality Characteristics, Seismological Research Letters, 96, 758-771, https://doi.org/10.1785/0220240351, 査読有, 謝辞無

Ghita, C., B. Enescu, A. Marinus, I.-A. Moldovan, C. Ionescu, E. G. Constantinescu, and L. An, 2025, Aftershock Analysis and Forecasting for the Crustal Seismicity in Romania, Earth, Planets, and Space, 77, 48, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02174-0, 査読有, 謝辞有

Inoue, N., R. Yamaguchi, Y. Yagi, R. Okuwaki, B. Enescu, and T. Tadapansawut, 2025, A Multiple Asymmetric Bilateral Rupture Sequence Derived from the Peculiar Tele-Seismic P-Waves of the 2025 Mandalay, Myanmar Earthquake, Seismica 4, https://doi.org/10.26443/seismica.v4i1.1691, 査読有, 謝辞無

Yamaguchi, R., Y. Yagi, R. Okuwaki, and B. Enescu, 2025, The Complex Rupture Evolution of the Long and Slow, Tsunamigenic 2021 South Sandwich Islands Earthquake, Scientific Reports, 15, 1770, https://doi.org/10.1038/s41598-025-02043-6, 査読有, 謝辞無

Hamdache, M., B. Enescu, J. Henares, and J. A. Peláez, 2026, Forecasting Analysis of Aftershock Sequences in Morocco, Physics and Chemistry of the Earth, 142, 104312, https://doi.org/10.1016/j.pce.2026.104312, 査読有, 謝辞無

Zhang, Y., P. Han, H. Chen, C. Zhan, Y. Niu, J. Zhuang, and K. Zhu, 2025, Incorporating Non-seismicity Precursors into Earthquake Probabilistic Forecasting Model, GRL, 52, e2025GL117972, https://doi.org/10.1029/2025gl117972, 査読有, 謝辞無

Guo, Y., J. Zhuang, G. Yin, and H. Zhang, 2025, Statistical Characteristics of Seismicity Correlated with Crustal Fluids in the Noto Region, JGR Solid Earth, 130, e2025JB031544, https://doi.org/10.1029/2025jb031544, 査読有, 謝辞無

Li, J., D. Sornette, Z. Wu, J. Zhuang, and C. Jiang, 2025, Revisiting Seismicity Criticality: A New Framework for Bias Correction of Statistical Seismology Model Calibrations, JGR Solid Earth, 130, e2024JB029337, https://doi.org/10.1029/2024jb029337, 査読有, 謝辞無

Chen, F., D. Wang, S. Xu, B. Yan, J. Zhang, Y. Guo, D. Yao, J. Zhuang, G. Suárez, and P. Shearer, 2025, Bi-segment Fault Rupture and Long-lasting Intraslab Aftershock Activity during the 2017 Mw 8.2 Tehuantepec, Mexico Earthquake, Journal of Geophysical Research, Solid Earth, 130, e2024JB030699, https://doi.org/10.1029/2024jb030699, 査読有, 謝辞無

Pei, W., J. Zhuang, and S. Zhou, 2025, Stochastic Determination of Arrival Time and Initial Polarity of Seismic Waveform, Earth, Planets, and Space, 77, 36, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02161-5, 査読有, 謝辞無

Chen, H., P. Han, J. Zhuang, K. Hattori, M. Miao, K. Hu, and T. Tao, 2025, On Solar-terrestrial Interactions: Correlation between Intense Geomagnetic Storms and Global Strong Earthquakes, Geophysical Research Letters, 52, e2024GL108590, https://doi.org/10.1029/2024gl108590, 査読有, 謝辞無

Zhang, Y., R. Wang, H. Shi, M. Miao, J. Zhuang, Y. Chang, C. Jiang, L. Meng, D. Li, L. Liu, Y. Su, Z. Chang, and P. Han, 2025, Earthquake Forecasting Based on b Value and Background Seismicity Rate in Yunnan Province, China, Entropy, 27, 205, https://doi.org/10.3390/e27020205, 査読有, 謝辞無

Gentili, S., G. D. Chiappetta, G. Petrillo, P. Brondi, and J. Zhuang, 2025, Forecasting Strong Subsequent Earthquakes in Japan Using an Improved Version of NESTORE Machine Learning Algorithm, Geoscience Frontiers, 16, 102016, https://doi.org/10.1016/j.gsf.2025.102016, 査読有, 謝辞無

Wang, Y., R. Wang, P. Han, T. Zhao, M. Miao, L. Su, Z. Jin, and J. Zhuang, 2025, Statistical Characteristics of Strong Earthquake Sequence in Northeastern Tibetan Plateau, Entropy, 27, 174, https://doi.org/10.3390/e27020174, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

直井 誠, 2025, 気象庁一元化カタログに最適化された深層学習検測器のためのモデル改善, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG60P-01.

直井 誠, 溜渕功史, 下條賢梧, 20年分の気象庁一元化カタログを用いた深層学習走時検測モデルの開発, 日本地震学会2025年度秋季大会, S22-03.

直井誠，下條賢梧，溜渕功史，2026,日本の地震基盤観測網に最適化した深層学習走時検測器の開発，地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用（地震研究所共同利用研究集会）.

弘瀬冬樹・中村雅基, 2025,流体の貫入と拡散を示唆する背景地震活動度の時間変化と震源移動：奈良県とその周辺における群発地震活動, 日本地震学会2025年度秋季大会, P23-07.

長尾年恭・楠城一嘉・鴨川仁・井筒 潤,2026,地震災害予測のための地球観測データのデジタルアースへの適用 -地震活動のNatural Time解析 -, 中部大学「問題複合体を対象とするデジタルアース共同利用・共同研究拠点」2025年度成果報告会.

Sone, N., M. Yamazaki, and M. Kamogawa, 2025, Flight Model Design and Development of the W6U-Size PRELUDE for Investigating Ionospheric Earthquake Precursor Phenomena, 76th International Astronautical Congress.

Kamogawa, M., M. Yamazaki, N. Sone, R. Miura, and PRELUDE development team, 2005, Are Preseismic Ionospheric Disturbances Precursors of Earthquakes?—Designing a CubeSat Mission for Phenomenon Verification, 76th International Astronautical Congress.

Nanjo, K.Z., J., Yazbeck, and J. B. Rundle, 2025, Analysis of the 2025 Kamchatka, Russia Earthquake Sequence: Preliminary Results, 2025 SCEC Annual Meeting, SCEC Contribution 14697, https://central.scec.org/publication/14697.

Iwata, T., 2025, Mixture of the rate-and-state seismicity and ETAS models and its application to real earthquake sequences (invited), International Symposium on Earthquake Forecasting to Commemorate the 50th Anniversary of the 1975 Haicheng M7.3 Earthquake.

岩田貴樹, 2026, ETASモデルと摩擦構成則地震活動モデルの混合モデルの時空間への拡張, ISM STAR-E 2025年度研究集会.

岩田貴樹, 2025, 時空間ETASモデルにおける簡便化された非等方空間カーネル, 日本地震学会2025年度秋季大会, P09-13.

Iwata, T., 2025, An extension of the non-stationary ETAS model to the space-time modeling, The 12th ACES International Workshop.

勝俣 啓, 2025, 2003年十勝沖地震前の地震活動のNatural time解析と統計的有意性, 日本地震学会2025年度秋季大会, S09-03.

Ishiyama, R., B. Enescu, E. Fukuyama, F. Yamashita, and K. Okubo, 2025, Analysis of acoustic emissions and stress evolution in large-scale laboratory experiments to reveal the foreshock occurrence mechanism, Japan Geoscience Union Meeting 2025, SSS10-27.

Morita, K., B. Enescu, A. Mirwald, and R. Enomoto, 2025, Changes in b-values before and after the 2024 Noto Peninsula Earthquake, Japan Geoscience Union Meeting 2025, SSS12-P09.

Bagot, L., B. Enescu, F. Brenguier, N. Paris, Q. Higueret, S. Ohmi, M. Miyazawa, and T. Takeda, 2025. Estimation of long-term crustal seismic velocity variations in the Nagano region, Japan, using seismic interferometry, 2025 Fall Meeting of the Seismological Society of Japan, P06-06.

Bantidi, T.M., K.Z. Nanjo, T. Ishibe, T. Nishimura, B. Enescu, and A.M. Besa, 2025, Retrospective Forecasting of Volcanic Eruptions Based on b-value Time Series Analysis: A Step Towards a Near Real-Time 'Volcano Traffic Light Alert System (VTLAS)', American Geophysical Union Annual Meeting 2025.

Bantidi, T.M., T. Ishibe, and R.S. Matsu'ura, 2025, A Phenomenological Reconstruction of the 1755 Great Lisbon Earthquake Source Based on Tsunami, Intensity, and Stress Modeling, Asian-tsunami-Workshop.

Bantidi, T.M., T. Nishimura,, K.Z. Nanjo, T. Ishibe, B. Enescu, and G.M. Tuluka, 2025, Uncovering the Interplay Between Tectonism and Magmatism During the 2021 Nyiragongo Eruption (D.R. Congo), The 2025 international symposium on "Volcanology in Practice".

Bantidi, T.M., T. Nishimura, T. Ishibe, B. Enescu, and G.M. Tuluka, 2025, Variability of ETAS Parameters and Their Relationship with Physical Processes for Earthquake Forecasting in Africa, The 2025 Science and Technology Conference (SnT2025), Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT).

Bantidi, T.M., K.Z. Nanjo, T. Ishibe, T. Nishimura, B. Enescu, and A.M. Besa, 2025, Analysis of Precursory Seismicity and Transient Changes in b-Value for Near-Real-Time Volcanic Eruption Forecasting,日本地震学会2025年度秋季大会, S09-04.

Bantidi, T.M., T. Nishimura, K.Z. Nanjo, B. Enescu, T. Ishibe, and G.M. Tuluka, 2025, The 2021 Eruption of Nyiragongo Volcano (Democratic Republic of Congo): Uncovering the Complex Interplay between Tectonism and Volcanism, Japan Geoscience Union Meeting 2025, SVC30-02.

原田智也・石辺岳男, 2025, 千島海溝南部で発生した（巨）大地震の顕著な前震活動, 日本地震学会2025年度秋季大会，P25-01.

堀 高峰, 楠城一嘉, 2025, 北海道・東北沖の地震のサイズ分布（b値）の分布, 地震調査委員会(2025年12月8日青森県東方沖の地震).

堀 高峰・楠城一嘉, 2025, 北海道・東北沖の地震のサイズ分布（b値）の時空間変化, 第249回地震予知連絡会.

Nanjo, K.Z., 2025, Advancing earthquake forecasting: Integrating physics-based and statistical approaches to seismicity in Japan and worldwide (invited), Earth and Planetary Sciences Colloquium, UC Davis.

山本 揚二朗・矢田 修一郎・楠城一嘉・高橋成実, 2025, DONET2地震波形による室戸沖における超低周波地震と通常地震の分布, 日本地震学会2025年度秋季大会, P09-08.

Nanjo, K.Z., 2025, Seismicity understood by ideas of composite materials ˜Some views of similarities between earthquakes and the failure of composite materials˜ (invited), －TISI Collaborative Research Project Phase 3－, Similarities and differences between earthquakes and failure of composite materials.

Nanjo, K.Z., 2025, Toward detecting anomalies that differ from ordinary seismic and geodetic patterns ˜Possible directions for future joint initiatives˜ (invited), Seismic risk: From Emergency Management to Multi-year Planning.

Nagao, T., J. Izutsu, and K.Z. Nanjo, 2025, Quantitative evaluation of earthquake precursors based on a comprehensive analysis of seismic activity and how to disclose this information to society (invited), International Symposium on Earthquake Forecasting to commemorate to the 50th Anniversary of the 1975 Haicheng M7.3 Earthquake.

Nanjo, K.Z., T. Kumazawa, J. Izutsu, T. Hori, T. Nagao, and K. Oike, 2025, Characteristics of seismicity before and after the 2023 M7.7 and M7.5 Turkey earthquakes, revealed by integrating physics-based and statistical approaches, Japan Geoscience Union Meeting 2025, SSS12-P15.

Nanjo, K.Z., Y. Yukutake, and T. Kumazawa, 2025, Time-dependent activity of low-frequency earthquakes and ordinary earthquakes in the eastern side of the Izu Peninsula, Japan, Japan Geoscience Union Meeting 2025, SVC30-05.

Nanjo, K.Z., S. Sakai, T. Akiyama, M. Kageshima, Y. Noda, and A. Watanabe, 2025, Research on crustal activities of the Southern Alps in the northern Shizuoka Prefecture: A preliminary report, Japan Geoscience Union Meeting 2025, MIS12-06.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：ソフトウエア開発（解析）
概要：最も広く使用されているニューラル走時検出器の一つであるPhaseNetにコンピュータビジョン分野（特にセマンティックセグメンテーション）で実証済みの技術を組込んだ新モデルPhaseNeXt、およびJMAの2002-2023年の波形データで訓練した重み。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web）
https://github.com/mktnaoi/JMAuniPicker

（10）令和８年度実施計画の概要：

地震活動や地殻変動データから得られ、有意な地震先行傾向をもつとされている各種の指標を同一プラットホームでリアルタイムに解析するシステムを構築する。

2023年から毎日データとモデルパラメタを更新しYouTubeやXに投稿してきたHIST-ETASの1日予測の成績評価。モデルパラメタを固定した場合との比較も行う。

Natural time解析のκ_1にもとづく大地震の予測についての性能評価の対象を全世界のM8級地震に拡げる。

統計的手法による余震予報をさまざまなテクトニック環境へ適用して、さらなる性能改善の糸口を探る。

ETASとDieterichモデルの混合による余震活動モデルについて、背景地震活動の時空間変化を認めることで、性能の改善を試みる。

地震カタログの取り漏らしによるETASモデルへの影響の問題に対処するための確率論的フレームワークを作る。ベイズ推定によって真のイベント列の従うモデルパラメタや見逃しの起き方をその不確定性とともに与え、統計的に矛盾のない取り漏らし補充やそれに伴う不確定性の評価を可能にする。

前震から本震にいたる物理メカニズムの解明を進めるために、微小地震の検出と位置標定の手法を改善する。

Prelude衛星で取得したデータの品質チェック。

地震の相対震源決定に広く使われているHypoDDはDouble Difference アルゴリズムのFORTRAN実装であるが、大規模な地震群に適用することはメモリや計算速度の問題で困難である。実装方法と行列解法の修正でメモリボトルネックを解消しGPUを活用した高速な実装を行うことで大規模問題への対応を試みる。

地震波動による動的トリガリングの事例を系統的に探し、その地球物理的なメカニズムを探る。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中谷 正生（東京大学地震研究所）, 鶴岡 弘（東京大学地震研究所）, 加藤 愛太郎（東京大学地震研究所）, 福田 淳一（東京大学地震研究所）, 中川 茂樹（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

勝俣 啓（北海道大学）, 直井 誠（北海道大学）, Enescu Bogdan（京都大学大学院理学研究科）, 長尾 年恭（東海大学）, 織原 義明（東京学芸大学）, 楠城 一嘉（静岡県立大学）, 岩田 貴樹（県立広島大学）, 井筒 潤（中部大学）, 弘瀬 冬樹（気象研究所）, Zhuang Jiancang（統計数理研究所）, 野村 俊一（早稲田大学）, 石辺 岳男（地震予知総合研究振興会）, 永田 広平（気象庁）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：03-5841-5787
e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中谷正生
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_13

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質・物質データに基づく噴火パラメータの推定と活動推移評価への活用

（英文）Estimation of eruption parameters based on geological data and their application to the evaluation of activity trends

（3）関連の深い建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究

(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(5) 大規模火山噴火

(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山噴火時に観察される表面現象や噴出物の分布等の地質学的データは、噴火の規模や様式を決定するために必要な情報であり、災害の性質にも密接に関係する。また、噴出物の化学組成・微細組織・色等の物質科学的データは、マグマの蓄積・上昇の条件やプロセスを推定する上で重要な情報である。これらの地質・物質データは中長期的および進行中の火山活動の推移の評価や予測のための基礎的データとなる。そのため活動的火山においては過去の噴火におけるこれらの情報を収集することに加えて、実際の噴火開始後には迅速にそれらを明らかにし、事象系統樹（火山活動推移モデル）における事象分岐の判断に取り入れていくことが重要になる。本課題では、活動的火山における将来の噴火を念頭に、火山噴火に伴う地表現象を即時的に把握し、火山灰などの噴出物の物理化学的情報（噴出量、噴出率、化学組成、組織、色など）を迅速にかつ高精度で推定するための手法の研究を行う。また、得られた情報に基づく火山の中長期的活動および噴火開始後の活動推移の評価と予測への活用を試みる。

（6）本課題の５か年計画の概要：

火山灰等の噴出物の地質学的データ（層厚、粒径分布等）や物質科学的データ（化学組成、岩石組織、色、粒子形状等）にもとづき、理論的モデルや経験則と組み合わせて噴火物理化学パラメータ（噴出量、噴出率、マグマの温度、含水量、減圧率など）を明らかにし、噴火様式や現象の推移、噴火発生場の情報を迅速に推定する手法の高度化を進める。噴火時に火山灰や火山礫などの地質・物質時系列データをできる限り高い時間解像度で取得するための試料採取方法や、火山灰・火山礫の迅速かつ効率的な化学・物性分析およびデータ解析手法の開発も含む。

噴火発生時に採取する噴出物を用いて研究を実施するほか、過去の噴火を対象に噴出物データの解析も行う。霧島山・浅間山・伊豆大島などでの噴火を念頭に、中長期的な活動推移、表面現象や噴火発生場の把握と評価の手法を整理する。実際に噴火が発生した際には検討した手法を適用して噴火パラメータを推定し、活動推移の理解および評価に活用する。噴出物・堆積物データの迅速な取得のための機動的観測方法や体制の整備、データ共有も同時に進める。

・令和6年度　噴火堆積物をもとに噴火パラメータを見積もるための手法や理論・経験モデルを整理し、それらの精度と適用性について実際の噴火事例をもとに検討する。即時的現象把握に関しては、遠隔観測やドローンの活用方法についても検討する。将来の噴火を想定し、噴火パラメータを迅速に把握し、事象系統樹の評価・改良を速やかに行うための機動的・効率的な火山噴出物調査手法の提案を目指す。そのための議論を研究集会の場を設けて行う。これは令和10年度まで年１回を目安に実施する。また、噴火が想定される火山や噴火中の火山の調査・観測を機動的に実施する枠組みや関連機関との連携方法を確認し、噴火の際には実践する。
・令和7年度　前年度からの研究を継続する。既存研究や海外の事例などをもとに噴火現象の分岐に関係する地質・物質科学および物理観測にもとづく基準（噴出率変化等）を整理し、事象分岐の論理的評価方法を探る。階段ダイアグラム等を活用した中長期的な活動評価手法についても検討する。
・令和8年度　前年度からの研究を継続する。とくに、霧島山、伊豆大島、浅間山など活動度の高い火山について火山活動の評価および予測の手法、事象分岐判断基準の明確化を進める。
・令和9年度　前年度からの研究を継続する。中長期的および即時的火山活動の評価、予測手法、事象分岐判断基準の明確化を進める。地質・物質科学的情報に基づく火山の中長期的活動および噴火開始後の活動推移の評価と予測への活用を試みる。
・令和10年度　これまでの研究を総括しつつ、噴火時の地質・物質科学的データの迅速な収集と現象の把握および評価、噴火物理化学パラメータの解析、中長期評価、事象系統樹や分岐判断への活用方法についてまとめる。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題では、噴出物の迅速なマッピング、噴出量・噴出率の高精度推定を目指した、噴火堆積物解析手法の高度化に関する研究、及び噴出物の化学組成、微細組織、色等の物質科学的データを活用した、噴出物時系列解析・分析手法の高度化に関する研究を進めている。

霧島火山群新燃岳では2025年6月22日から9月8日まで断続的に噴火が発生したが、この活動に際して、本課題の参加者も火山本部の機動的な調査観測・解析グループに加わり、大学・研究機関で連携し降灰調査および分析を行った。調査データは防災科研のJVDNシステムを介して共有し、火山本部での噴出量推定や活動評価に活用された。今回の一連の噴火による噴出量は約39万トンと推定された（機動的な調査観測・解析グループ, 2025）。この噴火の火山灰の特徴の時系列変化の分析も並行して進めた。火山灰構成物は、多くは既存溶岩の破砕物であったが、発泡した新鮮なマグマ起源物質も少量含まれていることを見出した。火山灰全岩化学組成は、９月の噴火にかけて、未変質岩石の関与の増大傾向を示したが、発泡したマグマ起源物質に増加傾向は認められなかった。また、火山灰の測色により、時間とともに火山灰の色が赤みを帯び、酸化が進んだ特徴を示すようになったことを見出した。全岩化学組成が未変質岩石の関与の増大を示したことや、酸化した岩石が多く含まれるようになったことから、高温・未変質岩石の酸化や破砕がより進むなど、火山灰生成環境が次第に変化した可能性が示唆された。以上のように、実際の噴火に際して迅速に火山灰の調査・分析を行い、活動推移の理解を進めることに貢献した。また、前年度までに作成した霧島火山群の火山活動推移モデル（噴火シナリオ）における、2025年噴火の位置付けについて考察した。

火山毎に新たな知見も得られている。7.3 ka鬼界アカホヤ噴火のプリニー式噴火について、統計的な噴出量・噴出率推定手法を適用し、不確実性を考慮した噴火の規模や様式の推移を明らかにし、国際誌で出版した（Haruta et al., 2026)。富士山では、噴火堆積物にもとづく山頂噴火の履歴の検討や、浅部マグマ系に関する研究を進めた。榛名火山では、45 ka以降の珪長質マグマを例に、活動推移予測のための噴出物組織のデータベース化を進めた。

海底噴火では、噴火の発生水深、規模・様式、表面現象の関係についての理解が重要である。そこで、海底噴火のデータベースを構築し、一般的性質の抽出を試みた。水深が約400 m以浅の噴火では、噴煙（ジェット）が海を貫き大気中に大きく成長する場合があること、約400 m以深の場合には、噴火の検出方法が地震・音響信号、漂流軽石、変色水、潜航調査による直接的な観察にほぼ限られることがわかった（Maeno, 2025）。データベースは、海底噴火に伴う表面現象の理解や歴史的な噴火事象への制約、海域火山のハザード評価に貢献する。

課題参加者による研究集会を2026年2月16日に実施し、霧島、富士山、榛名、硫黄島、浅間山等の火山で実施している堆積物・噴出物の解析や、分析・解析手法に関する最新の成果について議論し、情報共有を行った。また、噴火対応時の実践、噴火事象の分岐判断への活用方法について議論を行っ

た。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

噴火時の即時的な現象の把握や、噴出量・マグマ蓄積条件等の噴火パラメータ推定のための手法の検討や開発は課題2 (3) の重要なテーマであり、2025年新燃岳噴火などでの実践や過去の噴火の解析、研究集会での議論を通して着実に進んでいる。今後、検討・開発した噴出物解析手法のさまざまな火山への適用を進めてその有効性や課題の抽出を進めるとともに、噴火時の調査に際しての連携やデータの迅速な共有も含めた議論をさらに進めていく必要がある。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Haruta, Y., Maeno, F., Suzuki, Y.J., 2026, Reconstruction of the plinian phase of the 7.3 ka “Akahoya” caldera-forming eruption at the Kikai caldera, Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 108541, doi:10.1016/j.jvolgeores.2026.108541, 査読有, 謝辞有

Maeno, F., 2025, Global database on surface phenomena and hazards of explosive submarine eruptions with application to hazards of the Kolumbo Volcanic Field. Bulletin of Volcanology, 87, 87, doi:10.1007/s00445-025-01871-8, 査読有, 謝辞有

Iwahashi, K., Ishizuka, O., Kawaguchi, M., Oikawa, T., Nishihara, A., Maeno, F., Yasuda, A. and Tomita, N., 2025, Characteristics of drifting pumice collected several weeks after the earthquakes in October 2023 near Izu-Torishima. Geochemical Journal, 59, 192-206, doi:10.2343/geochemj.GJ25011, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

春田悠祐・前野 深・木尾竜也, 2025, 九州南部および中部における鬼界アカホヤ火山灰の分布. 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, ポスター.

Haruta, Y., Maeno, F. and Suzuki, Y.J., 2025, Reconstruction of the pre-caldera-forming phase during the 7.3 ka eruption at the Kikai Caldera (Akahoya eruption) based on geological analyses and plume modeling. IAVCEI Scientific Assembly 2025, Geneva, ポスター.

Maeno, F., 2025, Surface phenomena and hazards of explosive submarine eruptions revealed by a global dataset. IAVCEI Scientific Assembly 2025, Geneva, 口頭.

鈴木由希・外西奈津美・前野 深・安田 敦, 2025, 霧島火山新燃岳享保噴火 (1716-1717) の噴火準備過程―多段階のマグマ混合とマグマミングリング, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 口頭.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和７年度から継続し、噴火パラメータを推定するための手法や理論・経験モデルを整理し、それらの精度と適用性について実際の噴火事例をもとに検討する。噴火パラメータを迅速に把握し、事象系統樹の評価・改良を速やかに行うための機動的・効率的な火山噴出物調査手法の提案を目指す。そのための議論を研究集会の場を設けて行う。また、噴火の際には、機動的な調査観測・解析グループと連携し、手法の適用を実践する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

前野 深（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有

宮縁育夫（熊本大学）, 鈴木由希（早稲田大学）, 吉本充宏（富士山科学研究所）, 亀谷伸子（富士山科学研究所）, 三輪学央（防災科学技術研究所）, 長井雅史（防災科学技術研究所）, 石塚吉浩（産業技術総合研究所）, 安井真也（日本大学）, 嶋野岳人（鹿児島大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所　地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前野 深
所属：東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_14

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）震源から構造物に至る強震観測の連携強化による地震災害発生機構の解明
（英文）Strengthening cooperation of strong motion observation from seismic sources to engineering structures for understanding the mechanism of earthquake disasters

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

大地震による災害リスク評価手法に資するべく、地震災害に関する災害発生機構を重点的に解明する。強震動が増幅する堆積平野・堆積盆地は、災害リスク評価における脆弱性と捉えることができ、特に、増幅率という形で災害誘因の定量化が可能である。また、建物・人的被害のフラジリティ評価を取り込んだ研究も必要とされている。本研究では、人口密度が高い堆積平野・堆積盆地における観測、強震観測のデータベース化と解析を行い、地震災害の素因と誘因の関係や災害発生機構を多面的に分析し、災害を制御する要件を明らかにする。また、震源から構造物に至る強震観測の連携強化研究を新たに取り入れ、次期観測研究計画の理工学への受容を目指す。

なお、本課題は、骨子案への実施機関・学協会等からのご意見において、防災学術連携体および日本建築学会から指摘された事項について、対策強化することを目的としている。

（6）本課題の５か年計画の概要：

研究期間前半３年間は、強震動による地震災害誘因の分析のため、定常観測に加え臨時観測を含めた堆積平野・堆積盆地における強震記録データベースを増強し、堆積平野・堆積盆地の地震動増幅特性を定量化する。また、トリガー観測と連続観測が混在した場合の、適切な強震記録データベースの提示方法を理工学の観点から研究する。さらに、これまでに構築した地下構造モデル暫定版を、地震災害誘因の事前評価と即時推定に資するべく新たなモデル化手法を開発する。

研究期間後半２年間は、大地震による災害リスク評価に向けて、堆積平野・堆積盆地における地震動増幅特性と、建物被害や人口被害のフラジリティの研究を推進する。また、首都直下地震や南海トラフ巨大地震を対象に、地震災害の素因と誘因の関係や災害発生機構を多面的に分析し、災害を制御する要件を明らかにする。

本研究において、震源から構造物に至る強震観測の連携強化研究を新たに取り入れ、震震度や長周期地震動階級といった災害誘因の単一指標のみならず、周期ごとの震源・地震波増幅特性・構造物被

害等を含めた研究を展開する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は、強震動による地震災害誘因の分析のため、定常観測に加え臨時観測を含めた堆積平野・堆積盆地における強震記録データベースを引き続き整備した。

また、強震動予測における短周期地震動のバラツキについて分析を進め、査読論文２本を出版した。加えて、確率論的地震動予測地図に用いられる地震動予測式を、機械学習のANN法を用いて独立に分析し、既往の地震動予測式とほぼ同等の結果が得られることを確認した。

前年度に実施した強震観測記録の非エルゴード解析に続き、広帯域地震動シミュレーション（詳細法）の非エルゴード解析を行った。シミュレーション地震動の非エルゴード項は，堆積平野の増幅特性や、破壊シナリオの依存性が大きく、観測の非エルゴード項と乖離がみられた。すなわち、現状のシミュレーション結果を観測記録と混ぜる研究は、ハザード利用の観点から要検討である。一方、強震観測記録から機械学習で得られた地震動予測式は、既往研究と良い一致を示した。そのため、簡便法によ

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

強震動予測に不可欠な地震動予測式の検証を行うことで、災害の軽減に直接的に貢献する。る強震動予測の非エルゴード解析も行い、乖離の定量化が必要である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Li, Z., Ji, Z., Sun, J., Miyake, H. et al. High-Probability Ground Motion Simulation in Maduo County for the Maduo MS7.4 Earthquake in 2021: A Possible Supershear Earthquake. J. Earth Sci. 36, 781–800 (2025). https://doi.org/10.1007/s12583-024-0092-2, 査読有, 謝辞無

Li, Z., Ji, Z., Miyake, H. et al. Broadband ground motion simulation of the 2013 Lushan earthquake considering source uncertainties and small earthquake diversity. Nat Hazards 122, 13 (2026). https://doi.org/10.1007/s11069-025-07846-4, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

三宅 弘恵・安藤 美和子・秋山 峻寛・宮川 幸治・上原 美貴・古村 孝志, 東京大学地震研究所の強震観測網のリアルタイムデータ伝送化, 日本地震学会2025年度秋季大会, P15-15.

大堀道広：彦根市の琵琶湖湖岸付近での微動アレイ観測， 日本地震工学会第19回年次大会梗概集

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

人口密度が高い堆積平野・堆積盆地における観測、強震観測のデータベース化と解析を行い、地震災害の素因と誘因の関係や災害発生機構を多面的に分析し、災害を制御する要件を明らかにする。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

三宅弘恵（東京大学地震研究所）, 古村孝志（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

東京大学大学院情報学環, 北海道大学, 千葉大学, 東京科学大学, 信州大学, 福井大学, 滋賀県立大学, 京都大学防災研究所, 岡山大学, 鳥取大学, 広島大学, 香川大学, 高知大学, 九州大学, 国立研究開発法人建築研究所

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：三宅弘恵
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_15

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）データ同化・深層学習に基づく長周期地震動の即時予測

（英文）Early forecast of long-period ground motions based on data assimilation and deep learning

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法

（4）その他関連する建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

大地震による強い揺れの事前予測と災害軽減に向け、海・陸リアルタイム強震観測データと地震波伝播シミュレーションとのデータ同化、及び観測・計算結果の深層学習に基づいて、震源域近傍での強震観測データから遠地の平野での長周期地震動を即時に予測する手法を開発する。現行の緊急地震速報が対象とする震度の予測に対し、本研究では地面の揺れ（地震波形）と個々の建物の揺れの時刻歴を予測することで、建物や地盤被害そして避難等の対応に必要なきめ細やかな防災情報の提供が可能になる。５年間の計画では、陸域（K-NET, KiK-net, F-net, MeSO-net）及び海域（S-net、DONET）の地震観測データセットを活用した即時手法開発を進めるとともに、テストサイトにおける建物強震観測を実施して、手法の有効性を検証し、防災現業機関や行政、関連企業等との連携により社会展開を図る。

（6）本課題の５か年計画の概要：

１．データ同化に基づく長周期地震動の即時予測

(1)最適内挿法に基づく長周期地震動のデータ同化・即時予測手法（Furumura et al. 2019）を改良し、アンサンブルカルマンフィルタに基づくデータ同化により、予測の幅を定量化した実用的な即時予測モデルを構築する(R6～8年度)。(2)震源近傍の強震観測点から予測地点の地震波伝播の伝達関数（グリーン関数）を利用した瞬時の予測手法（Oba et al. 2021）を発展させ、自然地震や常時微動から求めたグリーン関数を用いて大地震の長周期地震動を瞬時予測するシステムを開発する(R6～8年度)。(3)全国地震観測データ流通ネットワーク（JDXnet）により配信される連続観測データを東大情報基盤センターのWisteria/BDEC01スパコンでリアルタイム処理し長周期地震動を即時予測するシステム開発（中島, 2021）を継続し、防災現業機関と企業との協働により実用化に繋げる(R6～10年度)。

２．深層学習に基づく地面と建物の長周期地震動の即時予測

(1)震源近傍での強震観測データから遠地の平野の長周期地震動を予測する深層学習(TCN）モデル（Furumura＆Oishi, 2023；１地点入力―１地点波形予測)を拡張（多地点入力―１地点波形予測）し、南海トラフ・日本海溝沿いの海溝型地震及び内陸地震を対象とする関東平野、濃尾平野、大阪平野の即時予測システムを開発する(R6～7年度)。(2)波動方程式などの物理法則を拘束条件とする物理情報深層学習（PINN）モデルを開発し、多様な地震の予測に対応できる、汎化性能の高い即時予測モデルを開発する(R6～9年度)。(3)地面の揺れの予測結果から、個々の建物（階層）毎の揺れを予測する、２段階TCNモデルを開発し、地震工学・建築学の研究者と協働により実用的な建物の即時被害予測を進める(R6～10年度)。

３．深発地震による長周期地震動の予測

(1) 2008年オホーツク海深発地震（Mw7.7, 680 km）や2015年小笠原諸島西方沖地震（Mw7.9, 680 km）で観測されたように、sP変換波（地表へのS波臨界角入射による大振幅のP変換波）とs-PL波（地殻を広角多重反射により伝播する周期５～30秒の地震動）を含めた多様な長周期地震動の予測の実現に向けて、上記１，２を拡張した深発地震の長周期地震動即時予測モデルを整備する(R6～8年度)。加えて、(2) 千島海溝～日本海溝～伊豆小笠原海溝の深発地震の観測データを用いて、長周期地震動及の距離減衰式を作成する(R8～10年度)。なお、本距離減衰式は、最大速度値の予測に加え、速度応答スペクトルの強度と揺れの継続時間の予測を対象とする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

１．津波シミュレーションの代理モデルを用いた津波予測と震源インバージョン

津波の即時予測に向けて、Neural Operator（NO）に基づく高効率な震源インバージョンおよび津波予測フレームワークを開発した。従来の津波予測では、津波伝播計算に多大な計算コストを要し、また観測波形から断層パラメータを推定するインバージョン解析においても、多数の津波シミュレーションが必要となることが課題であった。

本研究では、NO を津波シミュレーションの代理モデルとして活用し、任意の津波波源から津波の時空間分布を瞬時に予測することを目指した。そのため、U-Net 型エンコーダ・デコーダ構造とフーリエ空間での畳み込みを組み合わせた U-shaped Neural Operator（U-NO）を PyTorch 上に実装した。学習には、東北沖日本海溝沿いに設定した 2,000 通りの断層モデルに対する JAGURS 津波シミュレーション結果を用いた。

未学習データによる検証の結果、津波の伝播パターンを概ね良好に再現できることを確認したが、短波長成分がやや過小評価される傾向が認められ、今後の改善課題として残された。

さらに、U-NO モデルの自動微分機能を活用し、観測波形とのミスフィットを最小化する勾配法に基づく震源インバージョンへと手法を拡張した。推定の安定化のため、ラプラシアン正則化による空間平滑化を導入した。さらに、Okada（1985）の地殻変動計算を PyTorch 上に実装し、U-NO と結合することで、断層パラメータから海底地殻変動、津波波動場までを一貫して予測可能な統合モデルを構築した。本手法は、従来のグリッドサーチ法と比べ、非線形なパラメータ空間を効率的に探索できる点に利点がある。

今後は、分散性を含む高計算コストな津波モデルへの U-NO の適用を進め、代理モデルの高速性を活かした即時予測手法の高度化を図る予定である。

２．地震動シミュレーションの代理モデルを用いた長周期地震動の即時予測

長周期地震動の即時予測に向けて、計算時間を要する地震動シミュレーションに代わり、U-shaped Neural Operator（U-NO）を用いた地震動計算の代理モデルによる高速予測の実現可能性を検討した。

まず、U-NO に対して、1997年から2024年にかけて中部日本で発生した Mj6 以上の地震79事例を用いて、多様な震源パラメータに対するJ-SHIS 地下構造モデルおよび F-net 震源解を用いて OpenSWPC により計算した三成分速度場（時間刻み0.1秒、2400ステップ）の時空間変化を学習させた。そして、地震発生直後の２つの時刻（t☒　, t☒　）の波動場を入力として、一定の時間刻みで予測を繰り返し、未来の波動場を推定する。

学習済みのU-NOを用い、2007年新潟県中越地震をテストケースとして、地震発生後の二つの時刻（10s、10.5s）の波動場を入力として、未来の波動場を予測した。結果、約30秒先までの波動場を良好に再現できることが確認され、それ以降は時間経過とともに波面振幅が徐々に減衰する傾向が見ら

れた（図２）。
今後は、U-NOモデルによる予測結果と地震観測データを同化しながら予測を逐次修正し、同化が進んだ一定時間経過後は、最新の予測結果を初期条件として数十秒先の波動場の予測を行う、逐次同化・予測フレームワークへと拡張する予定である。

３．機械学習による長周期地震動と建物の揺れの即時予測

長周期地震動による高層建物の揺れの即時予測を目的として、前年度に引き続き、深層学習に基づく予測フレームワークの開発を進めた。
昨年度までに開発したTemporal Convolutional Network（TCN）モデルによる予測（Furumura and Oishi, 2023）では、東北沖地震を対象に、入力点と予測点の距離から S 波到達時間差を事前に与えていた。本研究では、震源深さが多様な南海トラフ地震にも対応するため、到達時間差を含めて予測可能なモデルへの高度化を図った。到達時間差の推定に Transformerを、波形予測に TCN を用いた TCN–Transformer 結合モデルを新たに構築し、見かけ速度の異なる地震に対する予測性能の向上を実現した。
さらに、都心における予測地震動から、周辺の高層建物各階の揺れを推定するための建物応答予測のTCNモデルを整備し、地震動予測モデルと直列に接続する二段階予測手法を構築した。建物応答の予測には、建物振動の運動方程式に基づく物理拘束を損失関数に組み込んだ TCN-PINN（Physics-Informed Neural Network）モデルを採用した。これにより、建物強震観測データ数が少なくても、物理的に妥当な建物応答の推定が期待できる。
TCN–Transformer モデルは、1997～2011 年に東北沖で発生した M6.0 以上の90 地震を用いて、震源近傍の F-net 広尾観測点（HROF）の波形を入力とし、130 km 離れた関東平野の MeSO-net 銀座観測点（GNZM）における長周期地震動を予測する。また、TCN-PINNモデルでは、GNZM から約 1.6 km に位置する中央合同庁舎第 2 号館（CG2）の地下 4 階、13 階、21 階の応答を予測するために、2010～2014 年に発生した M6 以上の25地震を用いて学習・検証を行った。
2021 年 5 月 1 日の宮城県沖 M6.8 地震を対象とした二段階予測では、地震発生後約 40 秒間の観測波形を入力とし、GNZM における予測結果を経由して CG2 の 16 階および 32 階の揺れを推定した。その結果、建物に揺れが発生する数十秒前に、P/S到達時刻、継続時間、波形包絡などの特性について良好な予測結果が確認された（図３）。一方で、累積弾性エネルギーは過小評価となる傾向があり、被害評価への応用に向けた精度向上が今後の課題である。

4.機械学習による震度予測モデルの開発

機械学習に基づき、震源パラメータ（緯度、経度、深さ、Mj）を入力として、日本各地の計測震度を即時に推定するモデルを開発した。本研究では、従来の震度予測式（GMPE）が有する物理的妥当性を活かしつつ、GMPE では表現しきれない要素を機械学習により補完することで、高精度な震度予測を目指した。
具体的には、GMPE により算出した基準震度に対する残差を LightGBM で学習する「残差学習」手法を採用した。あわせて、マグニチュードの増大に伴い震度が大きくなる、震源距離の増加とともに震度が減衰するなどの物理的に妥当な関係を反映するため、単調制約をモデルに付与した。また、各観測点における表層地盤の平均 S 波速度（AVS30）や基盤深度（D1400）を先見情報として入力し、サイト特性の影響を考慮した。
学習データには、防災科学技術研究所 J-SHIS の「強震動データ・フラットファイル（2024）」を用い、震源情報、観測点位置および地盤情報、観測震度に基づいて学習および検証を行った。その結果、交差検証により残差の RMSE を約 0.41 まで低減できることを確認した。
学習済みモデルを用いた検証では、内陸地震、プレート境界地震、スラブ内地震、さらには深発地震を含む多様な地震タイプに対して、震度分布を概ね良好に再現できることが確認された（図４）。GMPE により波動伝播の基本的な物理特性が担保されているため、学習データの範囲外においても極端な過大・過小評価は生じにくいと期待される。一方で、観測例のない未知の地震に対する予測精度の検証および妥当性評価は、今後の課題として残される。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

目標3-(2)-アに対して、以下の研究成果を得た。
・深層学習に基づき、長周期地震動および高層建物の揺れを対象とした即時予測手法を開発した。
・機械学習に基づく代理モデルを用いて、初期波源（震源モデル）を迅速に推定する手法を開発した。

・機械学習に基づく代理モデルにより、地震波伝播を高速に予測する手法を開発した。
・機械学習を用いて、震源情報から震度分布を即時に推定する震度予測モデルを開発した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Someya, M. & Furumura, T. Physics-Informed Neural Networks for Offshore Tsunami Data Assimilation. Geophysical Journal International, 242(3), ggaf243 (2025). https://doi.org/10.1093/gji/ggaf243, 査読有, 謝辞無

Someya, M., Yamada, T. & Okazaki, T. OkadaTorch: A Differentiable Programming of Okada Model to Calculate Displacements and Strains from Fault Parameters. arXiv preprint (2025). https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.17126, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

染矢真好、古村孝志「Neural Operator による津波シミュレーションの代理モデル」（日本地震学会2025年度秋季大会、2025/10/20、福岡国際会議場

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

津波および長周期地震動の即時予測を目的として、U-NOモデルを用いた観測データ同化・予測フレームワークを構築し、実観測データによる検証を行う。関東平野周辺の複数観測点のデータを入力とし、都心域の揺れを予測する多チャンネル入力モデルへと拡張する。さらに、多質点系の運動方程式を物理拘束として組み込んだ PINNモデルを導入し、高層建物の揺れ予測の高度化をはかる。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

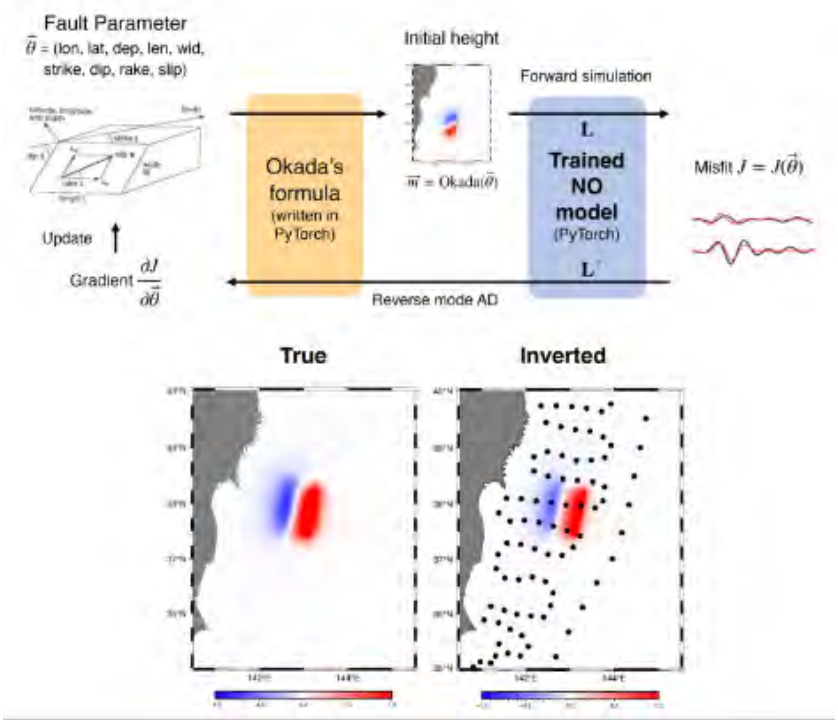
古村孝志（災害科学系研究部門）, 武村俊介（日本列島モニタリング研究センター）
他機関との共同研究の有無：有
前田拓人（弘前大学大学院理工学研究科）, 大石裕介（九州大学データ駆動イノベーション推進本部）, 中島研吾（東京大学情報基盤センタースーパーコンピューティング研究部門）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

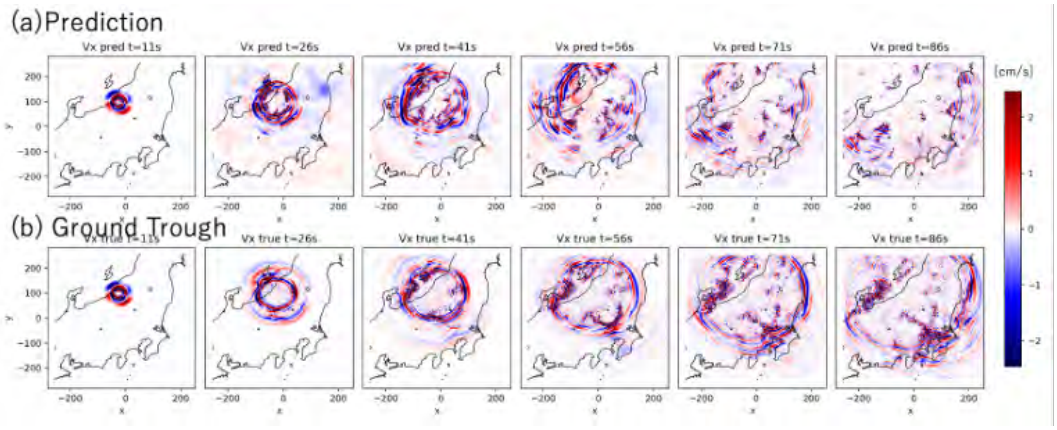
部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

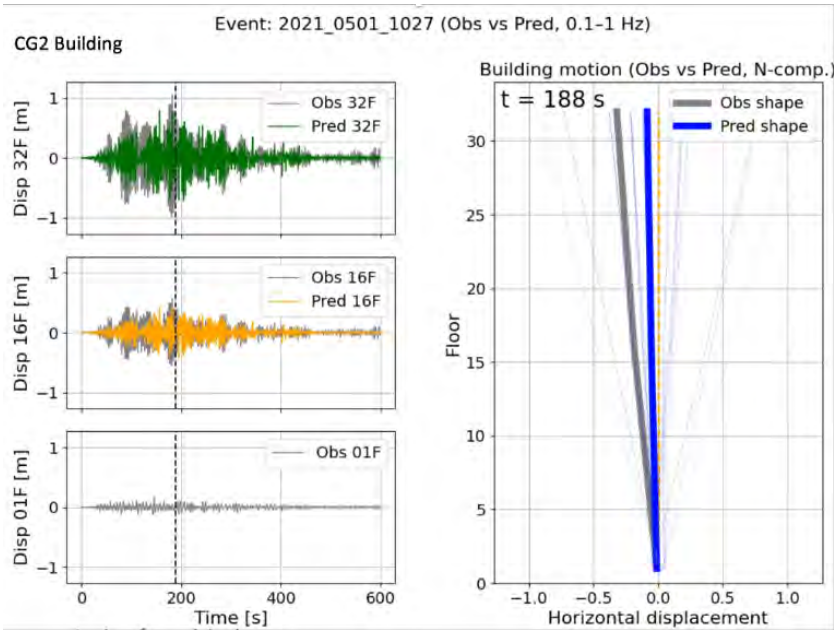
氏名：古村孝志
所属：東京大学地震研究所



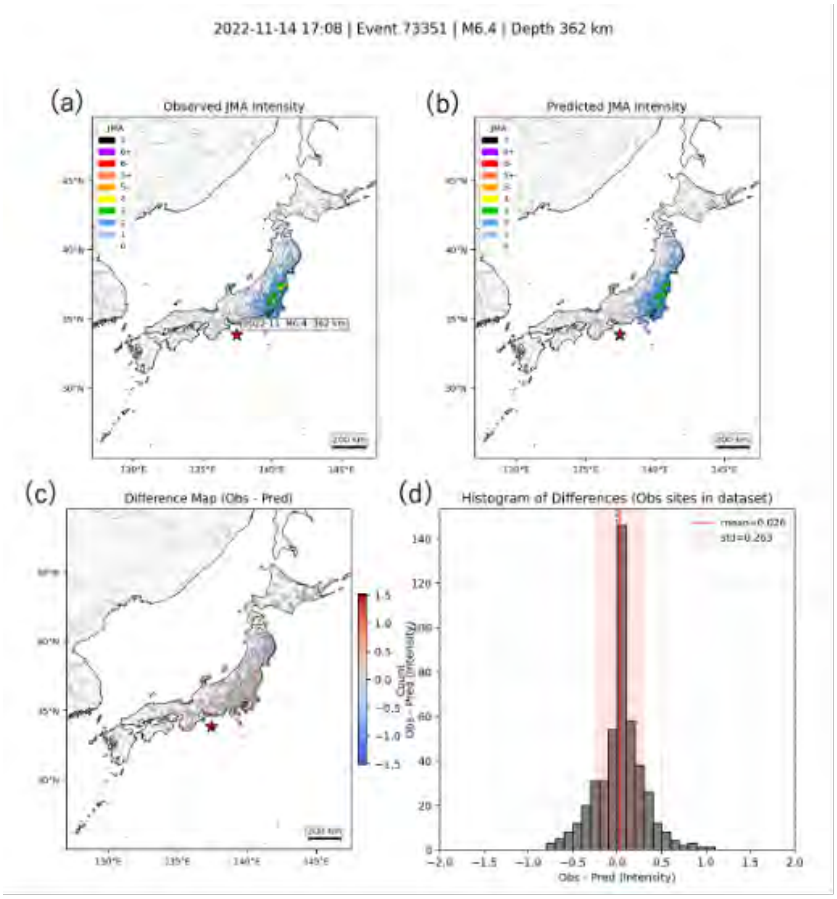
U-NOモデルによる津波波源予測
津波の順解析による予測と逆解析による震源インバージョンのフレームワーク。S-net観測データを想定した津波インバージョン結果と正解との比較。



U-NOモデルによる地震波の伝播予測
(a) 予測結果（地震発生から10, 10.5秒を入力とする、11s, 26s, …, 86s後）と、(b) 正解との比較。



TCNモデルによる建物の揺れ予測結果
32階（緑色）、16階（オレンジ色）の揺れの予測結果と実際の揺れ（グレー）。右は地震発生から188秒後の建物の揺れ（青）と実際の揺れ（グレー）の比較。



機械学習による震度予測
(a) 2022年１月１日の遠州灘の深発地震（M6.4, 362 km）の震度分布、(b) 震度予測結果、(c) 予測の残差（観測―予測）、(d) 残差の頻度分布。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_16

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）日向灘における海山沈み込みによるプレート境界滑り現象への影響解明
（英文）Effects of the seamount subduction on plate coupling in Hyuga-Nada

（3）関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
(2) 推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

日向灘は，巨大地震の発生してきた強い固着域である南海トラフの西端に位置し，固着が弱いと考えられている琉球トラフへの遷移域である．境界には九州パラオ海嶺が存在し，海山列の沈み込みが，日向灘の地震発生に大きな影響を与えている．海山に代表されるプレートの凹凸（形状）は，摩擦係数・岩質・温度圧力条件に加えて，重要なパラメータであると近年注目されている．特に沈み込む海山は巨大地震発生時の破壊のバリアになる可能性が強く示唆され，茨城県沖，南海トラフ熊野灘沖・室戸沖，ニュージーランド沖ヒクランギ，メキシコ沖など，日本のみならず，世界的に研究が行われている．これは，海山が上盤の破壊を引き起こすと同時に応力・流体挙動を局所的に著しく変化させるためであると考えられるが，その全容は解明されていない．日向灘では，現在沈み込む海山周辺で，スロー地震が繰り返し発生し，海山沈み込み現象と地震活動への影響を解明するために最適な場所である．近年，同海域では，地殻地震探査をはじめとする地球物理探査が実施され，海山の位置，プレート境界断層の形状，上盤内部の構造が解明されつつある．また，地震モニタリングおよび原位置での物理物性把握を目指した国際的な掘削計画の実施が目前に迫っている．本研究では，掘削計画の最適化を行うとともに，これまでに蓄積されてきた地球物理探査データの再解析・地質構造再解釈および岩石実験を実施し，海山沈み込みの実態（海山の形状，上盤の変形・断層発達，間隙水圧異常・流体挙動）を明らかにする．これを元にした応力・温度場モデリングから3次元的な地震活動場を描像し，スロー地震発生状況と合わせることで，固着・滑りへの影響を考察する．こうした地震学・岩石物理学・地質学を横断する研究を実施し，海山沈み込みと巨大地震を含む地震活動，ひいてはプレート形状と固着との関係をより明瞭にすることで，防災計画立案に貢献すること目指す．

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題では以下の三項目を実施する．

1. 海山およびその周囲の構造把握 (R6-10)
日向灘における物理探査は，沈み込む海山の大まかな場所およびそれに伴うプレートの変形などを明らかにしてきた．また，海底地震観測により微動・超低周波数地震が海山周辺で繰り返し起こることがわかってきた．しかしながら，プレートおよび上盤の海山による変形の詳細と地震活動との関係は未解明である．海洋研究開発機構，東京大学地震研および京都大学では蓄積された物理探査データや海底地震観測データの高度再解析を実施中であり，海山および周辺の場の新たな知見が得られつつある．本提案では，いまだ再解析されていない重要地震探査測線を中心に検討を行う．高知大学で現在進行中の研究と共同して，宮崎層群・日南層群など陸上アナログや南海トラフなどの掘削ですでに得られている岩石・堆積物試料を用いて室内実験を実施し，弾性パラメータ（例えば速度）と流体パラメータ（間隙率）の関係を推定することで，上記解析の精度・信頼性を上げる．海山周辺の構造イメージング，速度構造推定，地質構造解釈の詳細化から，異常間隙水圧分布やフラクチャおよび断層の発達する領域を同定し，海山沈み込みによる応力場・温度場のモデリングを行う．この際に既存・進行中の解析結果を総合して，地震活動との関係を検討する

2.孔内観測・掘削計画の準備(R6-8)
日向灘で実施予定の国際深海科学掘削では，長期孔内観測によるスロー地震の検出および海山の影響の原位置の物性把握を目指している．日向灘では未だ検出されていないスロースリップ観測に向けて観測精度を上げるために，従来の圧力計測に加え，光ファイバーでの先端的なひずみ測定を計画している．掘削により原位置での岩石・堆積物試料を取得し，物性を計測することは 1.の解析に大きく貢献する．本提案では，国際深海科学掘削と連携しながら，1. の海山周辺の構造・物性推定を踏まえた孔内観測および掘削パラメータの最適化を目指す．すなわち，サイト選定（場所・深度）を最適化する．また，海洋研究開発機構で現在進行中の孔内観測の機器のデザイン・開発と連動して，情報収集を行うことで，日向灘の孔内観測に貢献する．

3. 国際ワークショップ(R7)
海山沈み込みによる場の変化と地震活動の関連に焦点をあてた国際ワークショップを開催する．海底地震観測の進歩，掘削・孔内観測の実施，新たな地殻構造探査データ取得などを通じ，海山沈み込みの影響の研究は，世界的に急激に進んでいる．構造・流体・応力・摩擦などの間の複雑な相互作用を理解する

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
海山およびその周囲の構造把握のために、日向灘に沈み込んだ海山周辺で得られている、地下構造データ（反射法地震探査記録）の再解析を実施し、特に海底下1㎞程度までの構造変形や速度異常のマッピングを行った。その結果、沈み込んだ海山の真上にあるスラスト構造の下盤側に低速度層が検出された。
高知大学では日南層群だけではなく、海洋掘削で得られた堆積物の弾性波速度を継続して測定しており、沈み込み帯の弾性波速度と間隙率の関係についてデータを蓄積した。
孔内観測・掘削計画の準備として、日向灘におけるスロースリップ検出のため、長期海底地震計の設置を行った。来年度予定している海底光ファイバー歪計とセットで数年間観測を行う予定である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
地震学，テクトニクス，地質学といった多分野の研究者が共同して研究を行い，本研究の核となる反射イメージ・速度構造，物性実験を継続した．特に，九州パラオ海嶺の海山との相対位置により構造が大きく異なり，スロー地震の詳細分布との関連性が改めて示唆された．日向灘のスロー地震さらにプレート間固着との関連性を具体的に定量的に明らかにしていくことができると考える．こうした海山に代表されるプレート境界の凹凸の影響は，他地域（南海トラフ室戸沖・熊野沖，茨城沖など）でも強く示唆されており，研究結果は災害軽減に向け広く貢献する．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ryuta Arai, Kazuya Shiraishi, Yasuyuki Nakamura, Gou Fujie, Arata Kioka, Masataka Kinoshita, Rina Fukuchi, 2025, Prevalence of mud diapirs in the Hyuga-nada subduction zone, southwest Japan, and its implications on hydrogeological processes, PROGRESS IN EARTH AND PLANETARY SCIENCE 12, p16, https://doi.org/10.1186/s40645-025-00692-9, 査読有, 謝辞無

Hideto Uchida, Yoshitaka Hashimoto, Michiharu Ikeda, Takeshi Tsuji, Kozo Onishi and Naoki Nishizaka, Quantifying fault damage zone properties using geological and geophysical data along the Median Tectonic Line, Southwest Japan, Progress in Earth and Planetary Science, 2025, DOI: 10.1186/s40645-025-00773-9.　, 査読有, 謝辞無

HJ.N. Hooker, S. Luciano, D.M. Fisher, A.J. Smye, Y. Hashimoto, T. Hosokawa, S.J. Elliott, Veining style and size-scaling behavior throughout the generation and exhumation of subduction mélange: Evidence from Japan and Alaska, Journal of Structural Geology, 2025, DOI: 10.1016/j.jsg.2025.105607., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Yanxue Ma、Rie Nakata、望月 公廣、橋本 善孝、濱田 洋平、木下 正高, 2025, Seamount Subduction and Its Impact on Shallow Tremor Activity in Hyuga-Nada using Reflection Full Waveform Inversion and Depth Imaging, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG45-P19

木下 正高、Roeckel Luisa、Wu Hung-Yu、橋本 善孝, 2025, Geometrical dependence of seamount subduction on slip tendency: Does it promote or prohibit locking?, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG52-05.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

1. 海山およびその周囲の構造把握 (R6-10)では、地下構造データの再解析と解釈を継続し、海山沈み込みが上盤堆積層に与える影響を評価する。低速度帯の存在から過剰間隙水圧を推定し、断層を通じた流体移動の数値モデル計算を行う。
2.孔内観測・掘削計画の準備(R6-8）では、日向灘への海底光ファイバー歪計の設置を行う。設置済の長周期海底地震計と合わせてスロースリップ等の検出を目指す。これらのデータは、今後実施を目指している孔内観測所と合わせて、日向灘周辺の地震・地殻変動活動の把握に貢献する。
3. 国際ワークショップ　海山沈み込みによる場の変化と地震活動の関連に焦点をあてた国際ワークショップを開催する．海底地震観測の進歩，掘削・孔内観測の実施，新たな地殻構造探査データ取得などを通じ，海山沈み込みの影響の研究は，世界的に急激に進んでいる．構造・流体・応力・摩擦などの間の複雑な相互作用を理解する
ある。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

望月公廣（地震予知研究センター）, 木下正高（日本列島モニタリング研究センター）
他機関との共同研究の有無：有
橋本善孝（高知大学）, 濵田洋平（海洋研究開発機構）, 藤江剛（海洋研究開発機構）, 新井隆太（海洋研究開発機構）, 荒木英一郎（海洋研究開発機構）, 山下裕介（京都大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所

電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：木下正高
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_17

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）首都直下地震
（英文）Tokyo metropolitan earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(2) 首都直下地震

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

歴史地震及び現在の地震活動、震源域の時空間的状態の把握を通して、想定される地震のメカニズムや発生確率を現状よりも高い精度で推定し、地震動のシミュレーション等を通じて、地震が発生した場合の災害誘因を予測する。また、地盤、建物、都市インフラを考慮した被害想定根拠を提示する。さらに、過去の地震災害の事例から得られる復旧に関する知見の分析や、災害時における情報共有・伝達の最適化に関する研究に取り組み、都市の防災力向上に貢献する。以下にサブテーマ毎の到達目標を記す。

1. 稠密地震観測に基づく首都圏南部における上盤構造の解明

1923年大正関東地震の破壊域と推定されている丹沢東部から房総半島下にかけてのフィリピン海プレートの形状、プレート境界面近傍の不均質構造、上盤側の構造に関する知見は限られている。そこで、丹沢東部から三浦半島を経て房総半島に至る領域に地震観測網を構築し、地震発生域における構造の特徴やプレート境界すべり特性を規定する構造要因を把握することで首都直下地震発生域についての知見を得る。

2. MeSO-net等で収録された地震波形データを用いた地震活動・不均質構造の解明

MeSO-net等の関東地方に整備されている地震観測網で取得される波形データを用いて、地震活動の時空間発展を詳細に把握するとともに、三次元地震波速度・減衰構造を推定し、過去のM7クラスの地震の震源域の構造不均質を精査し、大地震の発生ポテンシャルが高い領域を明らかにする。

3. 測地データを用いたプレート境界すべりの時間発展の解明

GNSSデータに基づき関東地方の現在の地殻変動を明らかにする。また、房総半島沖のスロースリップイベントを解析し、すべりの時間発展のメカニズムや同期して発生する地震活動との関係を明らかにする。

4. 電磁気探査に基づく茨城県西部における比抵抗構造・流体分布の解明

フィリピン海プレート上面におけるスロースリップにより上盤内への排水が示唆されている茨城県南西部の地震クラスターを対象に、3次元電気比抵抗構造を明らかにし、地下流体と地震活動との関係を明らかにする。特に、地震クラスター直上において1年以上の連続観測を実施することで、地下流体の上盤内への移動を捉えることを試みる。

5. 関東地震にともなう長期的な地殻変動の解明

首都圏では相模トラフを震源とする巨大地震が繰り返し発生してきた。一方、大正・元禄関東地震お

よびそれより前に発生した関東地震に伴う地殻変動やその震源断層像は十分に把握されていない。そこで、三浦半島沿岸を中心に隆起痕跡について変動地形調査・解析を行い、過去の関東地震による地殻変動や三浦半島活断層群等との関係を明らかにする。

6. 地震史料を用いた地震発生履歴の解明

関東地方における地震史料を活用して、対象地域の歴史地震の被害分布や有感分布を把握し、長期予測の高度化や地震活動の活発化に関する新たな知見を得ることを目的とする。また、過去の地震災害の事例から得られる復旧状況を分析する。

7. 首都直下地震の強震動予測

地震動のシミュレーション等を通じて、地震が発生した場合の揺れを予測する。特に、海溝型地震の発生頻度分布に着目した確率論的な地震ハザード評価を行い、大地震のみならず中小地震の特性を最大限生かした強震動予測を行う。

8. 東京湾周辺の浅層メタンガスと断層調査

東京湾周辺では建設工事などの際にメタンガスが噴出する事故が多数発生している。また、関東大震災の火災の激甚化に地震動による堆積層中のメタンガス噴出が関係しているとの指摘もなされている。そこで、荒川などの河川や舞浜沖などの東京湾北部域において反射法地震探査・魚群探知機調査を実施し、堆積層中のメタンガス層や噴出状況、メタンガスの移動経路と考えられる断層位置を推定する。さらに湧出するメタンガスを採取し組成分析からガスの起源を明らかにする。

9. 都市の防災力向上

災害時における情報共有・伝達の最適化に関する研究に取り組み、都市の防災力向上を目指す。具体的には、情報伝達手法の開発や避難経路の推定、構造物の健全性判定、災害対応訓練を実施することで、防災リテラシーの向上に資する

（6）本課題の５か年計画の概要：

サブテーマ毎に研究を進めながら、それぞれで得られた研究成果を共有し、サブテーマ間の連携により到達目標に掲げる総合的な研究を推進する。以下にサブテーマ毎の5か年計画を記す。

1. 稠密地震観測に基づく首都圏南部における上盤構造の解明

令和6～7年度においては、1923年大正関東地震の破壊域直上にあたる丹沢東部から三浦半島にかけての地域と房総半島南部および東部に臨時地震観測点を設置する。令和8～10年度においては、臨時地震観測点を維持し、定常的な地震活動の把握を行う。新規取得地震観測データと既存地震観測データを用い、地震波トモグラフィー解析、地震波干渉法解析、レシーバ関数解析等の地震学的手法を適応することで、首都圏南部における上盤側の地下構造や、沈み込むフィリピン海プレートの形状、プレート境界面近傍の不均質構造を明らかにする。得られるプレート構造モデルを地震活動度や発震機構解、大正関東地震時の滑り量分布等と比較し、地震発生域における構造の特徴やプレート境界すべり特性を規定する構造要因を把握する。また地震活動を用いて1923年大正関東地震の大すべり域と房総スロースリップ発生域付近の応力状態の時間変化を推定するための基礎データを得る。

2. MeSO-net等で収録された地震波形データを用いた地震活動・不均質構造の解明

令和6～8年度においては、MeSO-net等の関東地方で収録された地震波形データを用いて、房総スロースリップ域の地震活動に対してマッチドフィルター解析を行い、地震活動の時空間発展の特徴を理解する。また、気象庁震源を参照しながら、MeSo-net波形に対して機械学習を用いたP波・S波読み取りを行い、三次元地震波速度構造を推定する。その際、既存のプレートモデルを考慮した場合としない場合、グリッド間隔の違いが結果に与える影響なども評価する。令和9～10年度においては、地震活動解析と地震波減衰構造の推定を継続し、過去の大地震が発生した場所の構造的特徴を理解する。他の地域で得られている構造的特徴も参考にし、大地震の発生ポテンシャルが高い領域を絞り込む。

3. 測地データを用いたプレート境界すべりの時間発展の解明

令和6～10年度においては、GNSSデータを用いて関東地方の変位速度や歪速度の時空間分布等を推定し、その結果を基に地殻変動の特徴を検討する。房総半島沖のスロースリップイベントにおけるすべりの時空間変化を推定する。その結果や過去のイベントに対して既に得られている推定結果を基に、すべりの時間発展のメカニズムや同期して発生する地震活動との関係を検討する。

4. 電磁気探査に基づく茨城県西部における比抵抗構造・流体分布の解明

令和6年度においては、既に茨城県で実施されたネットワークMT観測の時系列データの確認と整理を実施するとともに、長期MT観測点の土地選定を進める。令和7～8年度においては、茨城県南西部の地震クラスター直上に長期MT法観測点を設置し、約1.5年間にわたる連続観測を行う。また、既存ネットワークMT観測時系列データを整理する。令和9年度においては、広帯域MT法観測の時系列データから応答関数を推定する。その後、推定した応答関数から比抵抗構造及びその時間変化を調べる。また、ネットワークMT法観測の時系列データから主に深部を対象とした3次元比抵抗構造を推定する。令和10年度においては、広帯域MT法観測データとネットワークMT法観測データを統合解析し、地殻浅部から沈み込みPHSスラブまでのより信頼性の高い3次元比抵抗構造および流体分布を推定する。

5. 関東地震にともなう長期的な地殻変動の解明

令和6～9年度においては、主に三浦半島周辺の岩石海岸の踏査を行い、過去の地盤の隆起を記録した生物遺骸や離水海岸地形を認定するとともに、GNSS測量および航空レーザー測量によるDEMを活用した変動地形解析により、地殻変動の分布パターンを明らかにする。また、採取した生物遺骸試料について放射性炭素同位体年代測定を行い、隆起をもたらした地震の発生年代を推定する。令和10年度においては、主に三浦半島周辺の成果と房総半島など周辺地域の既往研究を融合することで、過去の関東地震の発生時期・震源断層像を推定する。

6. 地震史料を用いた地震発生履歴の解明

江戸（東京）を中心に関東地方において地震史料を収集し、分析する。既存の地震史料データベースに史料情報を追加、修正する。日記史料を活用するなどして、江戸・東京周辺で発生する中小の地震のカタログを整備する。また、地震活動の長期的な時空間変化や大地震の余震の発生状況を明らかにする。江戸に被害のあった歴史地震について地震像を再検討し、その推定精度の向上をはかる。さらに、前計画までに観測された過去の地震被害地点での地震波形記録を活用し、浅部地盤構造や深部プレート構造が地震波形に与える影響を考慮した上で、史料の被害記述と揺れの強さとの関係の定量化を進める。令和6～7年度においては、1923年大正関東地震や1855年安政江戸地震に注目する。令和8～9年度においては江戸時代を通じた被害地震を、令和10年度においては明治期の地震を対象とする。

7. 首都直下地震の強震動予測

令和6～7年度においては、本研究グループから提案される首都直下において想定される震源断層モデルに基づいて、関東地方の揺れの事前予測分布を簡便法によって計算する。令和8～10年度においては、研究期間前半で行った簡便法による強震動予測を、詳細法による強震動予測に高度化し、首都直下地震における震源起因要素と構造起因要素を定量化する。さらに、震源断層モデルの更新状況をみながら揺れの事前予測分布をアップデートする。

8. 東京湾周辺の浅層メタンガスと断層調査

令和6～8年度においては、新造された東京海洋大学練習艇での音響調査機器の性能評価を行うとともに、東京湾での音響調査を実施し、調査範囲の広域化を進める。又、ガス層の時間変化の有無について検討する。令和9～10年度においては、東京湾に流入する河川において音響調査を行う。また、噴出するガスの採取・成分分析を行い、東京湾内および周辺でのメタンガス層の分布について取りまとめる。

9. 都市の防災力向上

令和6年度においては、それぞれの立場（住民、働く人、自治体職員等）で、発災時および発災後に必要な情報は何なのか、その情報を得るためにはどんな問題があるのか、など現状の様々な課題を整理する。令和7年度においては、発災時および発災後の安全行動に役立つ情報とは何かを明かにする。停電や通信断の状況下でも、それらの情報が得られる手段を開発する。令和8年度においては、地域に設

置されたセンサーからデータを取得し、安全行動に役立つ地域危険度マップを作製する。令和9年度においては、多種類のセンサーを地域に配置することでデータを取得し、そのデータを基にした最適な安全行動を推定する。令和10年度においては、多種類のセンサーによるデータを共有・伝達させ、それらのデータから推定した情報を利用した安全行動実験を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1. 稠密地震観測に基づく首都圏南部における上盤構造の解明

1923年大正関東地震の破壊域と推定されている丹沢東部から房洲半島南部下にかけてのフィリピン海プレートの形状、プレート境界面近傍の不均質構造、上盤側の構造に関する知見を得るのに最適な臨時地震観測点設置場所の検討を行った。検討結果を基に現地踏査を実施して決定した21か所の臨時地震観測点設置場所を図1に示す。そのうち、千葉県南部の鋸南町から南房総市を経て鴨川市に至る地域の6か所には、オフラインレコーダによる臨時地震観測点を2025年6月4日、5日に設置し，データ収録を開始した。神奈川県内に選定した15か所の設置点のうち，鎌倉市から逗子市を経て葉山町に至る地域に位置する5カ所の観測点には，2025年10月10日、14日と12月2日に地震観測装置（テレメータ：3ヵ所，オフライン：2か所）を設置し、データ収録を開始した。残りの10か所については、地震観測装置を設置する為の許認可申請作業を実施している。地震観測装置の設置作業は、2026年3月末までに完了する予定である。

丹沢東部から三浦半島下における構造解明を目的として2023年度に神奈川県清川村から葉山町に至る地域で取得した制御震源地殻構造探査データの解析を継続して実施した。発震点毎に作成した距離－時間軸断面図から読み取った初動走時データを用いて、2次元波線追跡法（Červený and Pšenčik, 1983）を用い、試行錯誤的に各発震での観測走時を満足する測線下の2次元P波速度構造を求めた。得られた2次元P波速度構造からは、表層の速度が測線北部の丹沢山地では3km/s程度、測線南部の三浦半島では2.5㎞/s程度であるの対し、それらの間では1.8km/s程度と、水平方向における顕著な変化が確認できる。これら表層近傍でのP波速度の変化は、測線下の表層地質と良い対応を示している。また、5.1㎞/s層上面の深さは丹沢山地東縁下で変化していることが確認でき、丹沢山地側で約2㎞、三浦半島側では3～3.5㎞の深さにあり、丹沢山地下で浅くなる特徴を示す。2024年度に房総半島東部で取得した臨時地震観測データから、スロースリップ発生領域近傍を含む領域で発生した地震51個余りを切り出し、MeSO-netや定常観測点のデータと統合して震源再決定を行った。得られた震源分布を図2に示す。新しい地震観測点6点を加えることにより、再決定したSSE領域北西縁付近の震源は集中し、深度も数km浅くなった。さらに、西側の地震はSSE発生域から離れる方向に再決定され、結果としてSSEのすべり域の端を囲む分布となった。

2. MeSO-net等で収録された地震波形データを用いた地震活動・不均質構造の解明

MeSO-netの加速度記録に対して，PhaseNetWC（Naoi et al., 2024）が適用できることを確認し、MeSO-net波形に対してP波・S波の自動検測を行った。さらに得られた検測データを用いて、首都圏下の地震波速度トモグラフィの予備解析を実施した。得られた速度構造は先行研究で得られた特徴を再現していることを確認した。

房総半島沖において数年間隔で発生しているスロースリップイベント（以降房総SSE）に付随して発生する地震活動について、テンプレートマッチング手法を適用することで、2018年の房総SSE中とその発生前の地震活動の時空間発展を明らかにした。2018年の房総SSEの発生前の2016年７月に、まとまった地震活動の増加が見られたが、プレート境界付近の地震活動とスラブ内の地震活動が同時に起きているように見える。また、地震活動は、2018年6月3日から活発化し、南東方向へ拡大した後、最大M4.9のイベントが６月12日に発生した。その後、活動域は陸側へ移り、南東側に向けて活動域は拡大した。

3. 測地データを用いたプレート境界すべりの時間発展の解明

房総半島東方沖では、1996年以降、Mw6.6-6.8のスロースリップイベントがGNSSにより数年毎に観測されてきた。1996-2014年に発生したイベントについては、すべりの時間発展が過去の研究で明らかにされている。今年度は、2018年6月に発生したイベントについて、1日毎のすべりの時間発展をGNSS時系列データを用いて推定した。その結果、すべりは2018年6月２日から５日頃にかけて緩やかに加速し、その後一定の速度で11日まで滑った後、11日から12日にかけてさらに加速しながら南

西に伝播し、14日から17日にかけて減速したことが分かった。以上のことから、このイベントは比較的低速な前半部（6月２日～11日）とより高速な後半部（6月12日～17日）に大別でき、前半から後半への遷移の際に南西へのすべりの伝播が起きたことが分かった。このような時間発展様式は2002年のイベントと定性的に似ているが、2018年のイベントでは高速な後半部の継続時間が過去のイベントよりも短い。

4. 電磁気探査に基づく茨城県西部における比抵抗構造・流体分布の解明

計画通り、4月に茨城県西部の繰り返し地震発生域直上にMT法観測点を設置し、1か月に一度メンテナンスを実施しながら、現在も観測を継続している。また、本長期観測点のデータからMT応答関数が安定して推定できており、地下比抵抗構造の変化に伴い応答関数に顕著な変化が生じればそれを検出可能と期待できる。さらに、11月から12月にかけて繰り返し地震発生域周辺で12点の広帯域MT法観測を実施した。本観測データから求めたMT応答関数は、長周期側でネットワークMT観測データから推定した応答関数と同様の特徴を有しており、十分な精度で観測が実施できたと考えられる。また、鉛直磁場・水平磁場間の応答関数から得られるインダクションベクトルは数100秒以上の周期で南を向く。茨城県の南西部を境に重力異常、地震波速度が変化することが知られており、茨城県側は相対的に高重力異常、高速度である。インダクションベクトルは低比抵抗体の方を向く性質があることから、上盤プレート内の地震活動が活発である茨城県とその南方の間に電気比抵抗構造の境界があることを示唆し、境界付近に間隙流体の量や連結度の不均質がある可能性がある。また、ネットワークMT観測、広帯域MT観測データを統合解析して３次元電気比抵抗構造を推定するための3次元逆解析手法を開発した。

5. 関東地震にともなう長期的な地殻変動の解明

三浦半島沿岸には相模トラフ巨大地震に伴う地殻変動により形成された完新世海成段丘が分布する（熊木，1982）。令和7年度は前年度に三浦半島南部戸津浜地区において確認した完新世海成段丘について、ピット掘削調査を行い、得られた試料の年代測定を実施した。この地域の完新世海成段丘は、高位からおおまかにL1～L3面の3面に区分できるが、一部でL1面よりさらに高位の面や、L1面とL2面の間にL1.5面が認められ、これらのうちピット掘削はL1.5面、L2面、Ｌ３面の合計３箇所で実施した。段丘はいずれも貝殻片混じりの海浜砂礫で構成され（図3）、それらの中から得られた合計８点の試料について年代測定を行った。その結果、L1.5面とL2面は1100～1400年前以降、L3面は300～500年前以降に離水したと推定される。

6. 地震史料を用いた地震発生履歴の解明

1703年元禄関東地震および1923年大正関東地震について、三浦半島での地盤昇降や土砂崩れの状況について調査した。『気吹舎日記』から地震記事を抽出した。また、大正関東地震について、東京都慰霊堂「震災死亡者調査表」データを用いて大正関東地震における死亡者約3万人の住所・本籍分析を行い、被服廠跡周辺1km圏内住民の避難集中と流入人口の被害実態を明らかにした。また当時の東京市長が作成した霊名簿約5万人分の画像を整理・公開し、慰霊堂データとの照合による家族単位の被害分析の可能性を示した。両データの統合分析は未来の首都直下型地震における人的被害想定に資する知見を提供しうる。

7. 首都直下地震の強震動予測

関東地域の地震ハザード精度向上には、堆積盆地における観測地震動と予測地震動の非エルゴード項の分析が必須である。そこで、観測地震動については防災科学技術研究所のK-NETとKiK-netのフラットファイル、予測地震動については防災科学技術研究所のJ-SHISから公開されている地震調査研究推進本部のシナリオ地震動予測結果を周期1秒以上の長周期成分に絞って分析した。その結果、予測地震動の非エルゴード項の変動が顕著であり、地下構造の盆地形状や増幅効果が震源特性と相まって、観測地震動よりも予測地震動の変動が激しくなる可能性が示唆された（図4）。

8. 東京湾周辺の浅層メタンガスと断層調査

令和7年度は5月に漁船、6月と10月に東京海洋大学実習艇「ひよどり」を用いた調査を行った。5月の調査は砂町運河おいて水中スピーカーを用いた音響探査と海底から湧出するガスの採取を行った。ガスの成分分析は現在行っている最中であるが、ガス湧出地点と得られた反射断面に見られる反射面の

不連続位置が一致していることが分かった。6月の調査は14か所において重力式コアラーとエクマンバージ採泥器を用いた海底サンプル採取を行った。得られたサンプルについては現在解析中である。10月の調査は荒川沖から羽田沖の海域において音響調査を行った。得られた反射断面を見ると、NW-SE方向にガス湧出が連続していることが確認できた。

9. 都市の防災力向上

今年度は、環境や状況を把握するためのパーソナルな情報を収集する手段を検討した。発災時において、すべての人が同じ行動をするのではなく、それぞれが置かれている環境や状況に応じて、とるべき安全行動は異なるはずであると考えているからである。そこで、自ら情報を作り出す周辺環境測定装置の開発をしている。その地点での加速度だけでなく、温度、湿度、二酸化炭素、粉塵濃度などをセンサーで測定し、それらのデータを定期的にサーバーに送る仕組みを試作した。例えば、首都直下地震では、揺れと同時に大規模な火災が懸念されていて、その延焼防止や火災からの避難を考えたとき、それを早期に検知できる仕組みが必要であると思われる。これまでの観測では、粉塵濃度や二酸化炭素濃度の変化などから、室内での焼き魚を検知することに成功している。ただし、現時点ではWi-Fi通信に依存しているため、通信が途絶えるような環境下ではデータ収集ができない。来年度は、自立した近距離通信網を利用して、通信障害時でもデータ収集できるような仕組みを開発する予定である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

関東地方における新たな観測の実施および蓄積された地震観測波形データの高度解析を進めることで、首都直下地震の発生域に関する理解の深化と、強震動予測計算の高度化に資する知見の獲得が期待される。とりわけ、房総半島におけるスロースリップイベントやプレート境界地震の特性、ならびに地震発生域周辺の地下構造の特徴を解明することは、プレート境界の固着状況を把握するうえで極めて重要である。さらに、電気比抵抗構造の推定を通じて地震発生に関与する地殻流体の分布を明らかにすることは、首都直下地震の発生予測精度の向上に寄与する可能性がある。

プレート境界における巨大地震・大地震の発生予測高度化に向けては、破壊シナリオの構築を進めており、特に鍵となるひずみエネルギーの三次元分布推定は概ね完了している。一方、内陸地震については現時点で二次元モデルの構築にとどまっており、今後は三次元モデルへの高度化が求められる。加えて、マントルレオロジーの影響を考慮した解析を行うことで、プレート境界の固着分布推定のさらなる高精度化が期待される。

首都圏では、相模トラフを震源とする関東地震が過去に繰り返し発生しているものの、その地殻変動過程や震源断層像には未解明な点が多い。地質調査および史料調査を統合的に進め、過去の地震発生履歴を高精度に復元することは、長期的な地震活動予測の信頼性向上につながる。

現在想定されている首都直下地震像は、陸域地震、プレート間地震、プレート内地震など多様なタイプを網羅的に計算する枠組みに基づいている。今後は、関東地震を対象とした地震ハザード解析を通じて、震度階ごとに社会的影響が最大となる首都直下地震シナリオの候補を抽出・整理することが重要である。

また、従来十分に考慮されてこなかったリスクとして、地震に伴うメタンガスの噴出が火災被害を増幅させる可能性が指摘される。東京湾周辺におけるメタンガス分布の実態把握は、複合災害リスク評価の観点から重要な課題である。さらに、都市域での災害対応力向上のためには迅速な情報把握が不可欠であり、各所へのセンサー設置とデータ統合基盤の整備により、即時的かつ的確な対応判断を支える情報基盤の構築が期待される。

今後は、これらの研究課題間の連携を一層強化するとともに、拠点間連携研究との有機的な協働を推進し、分野横断的かつ統合的な知見の創出を目指す。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Usui, Y. and M. Uyeshima, 2025, Three-dimensional combined inversion method of the MT and Network-MT response functions, Earth Planets Space, 77, 135, doi:10.1186/s40623-025-02266-x, 査読あり、謝辞あり, 査読有, 謝辞有

Chih-Hsuan Sung, Nobuyuki Morikawa, Asako Iwaki, Norman Abrahamson, Hiroe Miyake 2025, Ground-Motion Models Incorporating Nonergodic Effects from 3D Numerical Simulations in Japan, Bulletin of the Seismological Society of America, 115 (4), 1852–1875. doi: https://doi.org/10.1785/0120240239, 査読有, 謝辞無

北原糸子・大邑潤三，2025，高野山金剛峯寺霊牌堂の関東大震災死亡者タイル版霊名簿について，自費出版，118p．, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

大石一路・雨澤勇太・中島淳一，2025, 首都圏の地震観測網におけるPhaseNetWCの挙動調査：MeSO-netを活用した地震波トモグラフィーに向けて，日本地震学会秋季大会，P22-09.

蔵下英司・石山達也・酒井慎一，2025，丹沢山地東部から三浦半島地域におけるバイブレータ震源を用いた地殻構造探査，日本地震学会秋季大会，P06-04.

大邑潤三・北原糸子・北本朝展・加納靖之・橋本雄太，1923 年大正関東地震による死亡者の空間分布について，第42回歴史地震研究会，P-06.

大邑潤三・加納靖之，1703年元禄地震における三浦半島の津波・隆起記録―村明細帳の記述を中心にー，日本地球惑星科学連合2024年大会，MIS24-P03.

臼井嘉哉・上嶋誠・小村健太朗，2026，茨城県西部の地震発生領域におけるネットワーク観測・広帯域MT観測，2025年度Conductivity Anomaly 研究会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地震：短周期地震観測
概要：首都圏南部の11か所で臨時地震観測を開始した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：千葉県鋸南町，南房総市，鴨川市房総半島南部 35.09267 139.97241
調査・観測期間：2025/6/5
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地震：短周期地震観測
概要：首都圏南部の11か所で臨時地震観測を開始した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：神奈川県鎌倉市，逗子市，葉山町神奈川県 35.34715 139.54971
調査・観測期間：2025/12/2
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：歴史史料収集
概要：関東地域の歴史地震に関する史料の収集
既存データベースとの関係：
調査・観測地域： 35.684856 139.75362
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：公開留保中（計画終了後５年以内に公開予定）

項目：火山：構造：MT・AMT観測
概要：茨城県西部周辺における広帯域MT法観測
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：茨城県、埼玉県、千葉県つくばみらい市、つくば市、守谷市、常総市、越谷市、吉川市、春日部市、柏市、野田市 36.00392 139.91563
調査・観測期間：2025/11/17-2025/12/17
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地震：海底地震観測
概要：東京湾で海底下浅部構造探査およびガス採取
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：東京都太田区羽田沖 35.5735 139.8614
調査・観測期間：2025/10/2-2025/10/3
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：火山：構造：MT・AMT観測
概要：茨城県西部周辺における広帯域MT法観測
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：茨城県坂東市 36.00392 139.91563
調査・観測期間：2025/4/4
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

1. 稠密地震観測に基づく首都圏南部における上盤構造の解明
丹沢東部から三浦半島を経て房総半島南部に至る地域に設置した臨時地震観測点を維持する。臨時地震観測点データとMeSO-netデータや定常観測点データに対して地震波トモグラフィー解析、レシーバ関数解析等の地震学的手法を適応し、首都圏南部における上盤側の地下構造や、沈み込むフィリピン海プレートの形状、プレート境界面近傍の不均質構造の把握を試みる。また、2024年度に実施した房総半島東部の南北群列地震観測点で得られた地震のメカニズム解および振幅スペクトルを使ったQ値の推定を行うとともに、2025年度に房総半島南部の東西群列観測点のデータを加えた、その周辺で発生した地震の震源決定などを行う。

2. MeSO-net等で収録された地震波形データを用いた地震活動・不均質構造の解明 MeSO-net等で収録された高密度地震波形データを活用し、関東地方における地震活動に対してマッチドフィルター法を適用する。これにより、微小地震を含む地震活動の網羅的検出を行い、地震活動の時空間発展過程の特徴を高解像度で把握する。また、MeSO-netの読み取り値データを用いた三次元地震波速度構造解析を実施し、首都圏直下の詳細な速度構造モデルを構築する。特に、過去に発生した大地震の震源域周辺における不均質構造の特徴を精査し、震源過程および地震発生場との関連性を検討する。

3. 測地データを用いたプレート境界すべりの時間発展の解明
2024年に房総半島沖で発生したスロースリップイベントについて、GNSS時系列データを用いたインバージョン解析により、すべりの時空間発展過程を高精度で推定する。さらに、1日未満の時間分解能でのすべり推定を可能とするため、解析手法の高度化・安定化を検討する。これにより、短時間スケールでのプレート境界すべり挙動を把握し、スロースリップイベントと地震活動との関係について新たな知見を得る。

4. 電磁気探査に基づく茨城県西部における比抵抗構造・流体分布の解明
上盤プレート内の繰り返し地震発生域直上に設置した観測点において、連続MT観測を継続する。得られたデータを解析し、MT応答関数に顕著な時間変化が認められるかを検証する。時間変化が確認された場合には、上盤プレート内の地震活動度の変化との対応関係を精査し、有意な相関の有無を検討する。また、秋以降に約12点の広帯域MT観測を追加実施し、観測網の空間分解能を向上させる。これまでに取得した広帯域MT観測およびNetwork-MT観測データを統合し、三次元比抵抗構造推定に着手することで、地下流体分布と地震活動との関連性解明を進める。

5. 関東地震にともなう長期的な地殻変動の解明
三浦半島周辺の岩石海岸を中心に踏査を継続し、過去の地盤隆起を記録する生物遺骸や離水海岸地形の認定を進める。あわせて、GNSS測量および航空レーザー測量による高精度DEMを活用した変動地形解析を行い、隆起・沈降の空間分布パターンを定量的に把握する。採取した生物遺骸試料については放射性炭素同位体年代測定を実施し、隆起を引き起こした地震の発生年代を推定することで、関東地震の長期的変動履歴の復元を目指す。

6. 地震史料を用いた地震発生履歴の解明
関東地方における地震史料の収集・整理・分析を継続し、とりわけ江戸時代を通じた被害地震に重点を置く。関連プロジェクトで収集された史料についても再検討を行い、史料批判を踏まえた精査を実施する。これらの成果を統合し、最新の震度データベースとして再整備することで、歴史地震の震源特性および発生間隔の再評価に資する基盤資料を構築する。

7. 首都直下地震の強震動予測
本研究グループから提案される首都直下において想定される複数の震源断層モデルに基づいて、関東地方の揺れの事前予測分布を簡便法によって引き続き計算する。複数シナリオを比較検討することで、揺れの空間分布の不確実性の評価を目指す。

8. 東京湾周辺の浅層メタンガスと断層調査
調査船「ひよどり」を用いた海域調査を継続する。6月にはグラビティコアラーによる堆積層コア採取を実施し、コア試料からのガス抽出・分析を行う。9月には、令和7年度に調査を実施した海域周辺において、サブボトムプロファイラーおよび水中スピーカーを用いた海底下構造探査を実施し、浅部断層構造およびガス分布の実態解明を進める。

9. 都市の防災力向上
大規模災害時に通信障害が発生した場合においても有効に機能する情報収集手段の開発を行う。冗長性および即時性を備えた観測・伝達手法を検討し、都市のレジリエンス向上に資する実装可能な技術基盤の確立を目指す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

加藤愛太郎（東京大学地震研究所）, 三宅弘恵（東京大学地震研究所）, 上嶋誠（東京大学地震研究所）, 五十嵐俊博（東京大学地震研究所）, 石山達也（東京大学地震研究所）, 加納靖之（東京大学地震研究所）, 蔵下英司（東京大学地震研究所）, 中川茂樹（東京大学地震研究所）, 福田淳一（東京大学地震研究所）, 臼井嘉哉（東京大学地震研究所）, 大邑潤三（東京大学地震研究所）, 竹尾明子（東京大学地震研究所）, 酒井慎一（東京大学大学院情報学環）, 関谷直也（東京大学大学院情報学環）, 中島淳一（東京科学大学理学院）, 雨澤勇太（東京科学大学理学院）, 中東和夫（東京海洋大学学術研究院）, 古山精史朗（東京海洋大学学術研究院）, 津村紀子（千葉大学）, 井ノ口宗成（富山大学）, 本多亮（温泉地学研究所）, 宍倉正展（産業技術総合研究所）, 齋藤竜彦（防災科学技術研究所）, 気象庁, 国土地理院
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：加藤愛太郎
所属：東京大学地震研究所

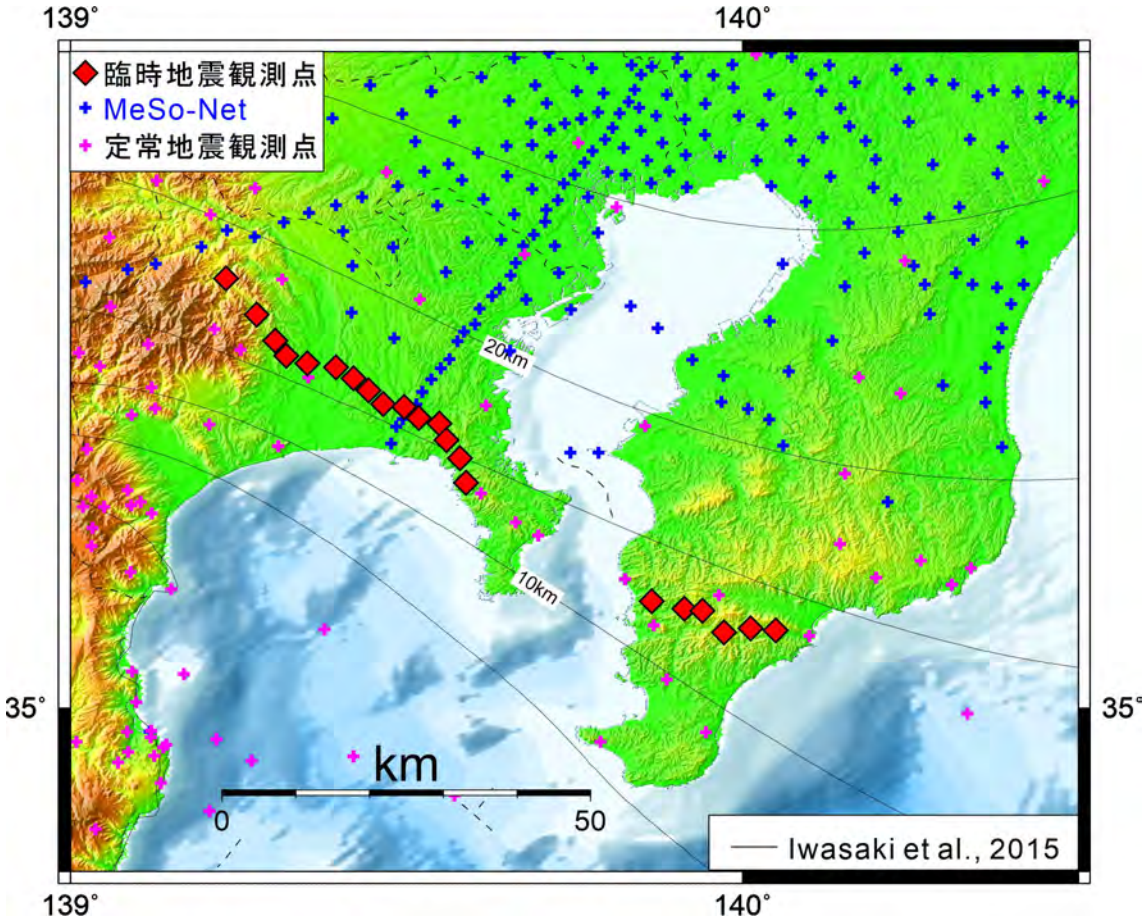


図1. 臨時地震観測点配置図
赤色の菱形印が臨時観測点の位置を示す。また、コンターはフィリピン海プレート上面の深さ(Iwasaki et al., 2015)を表す。

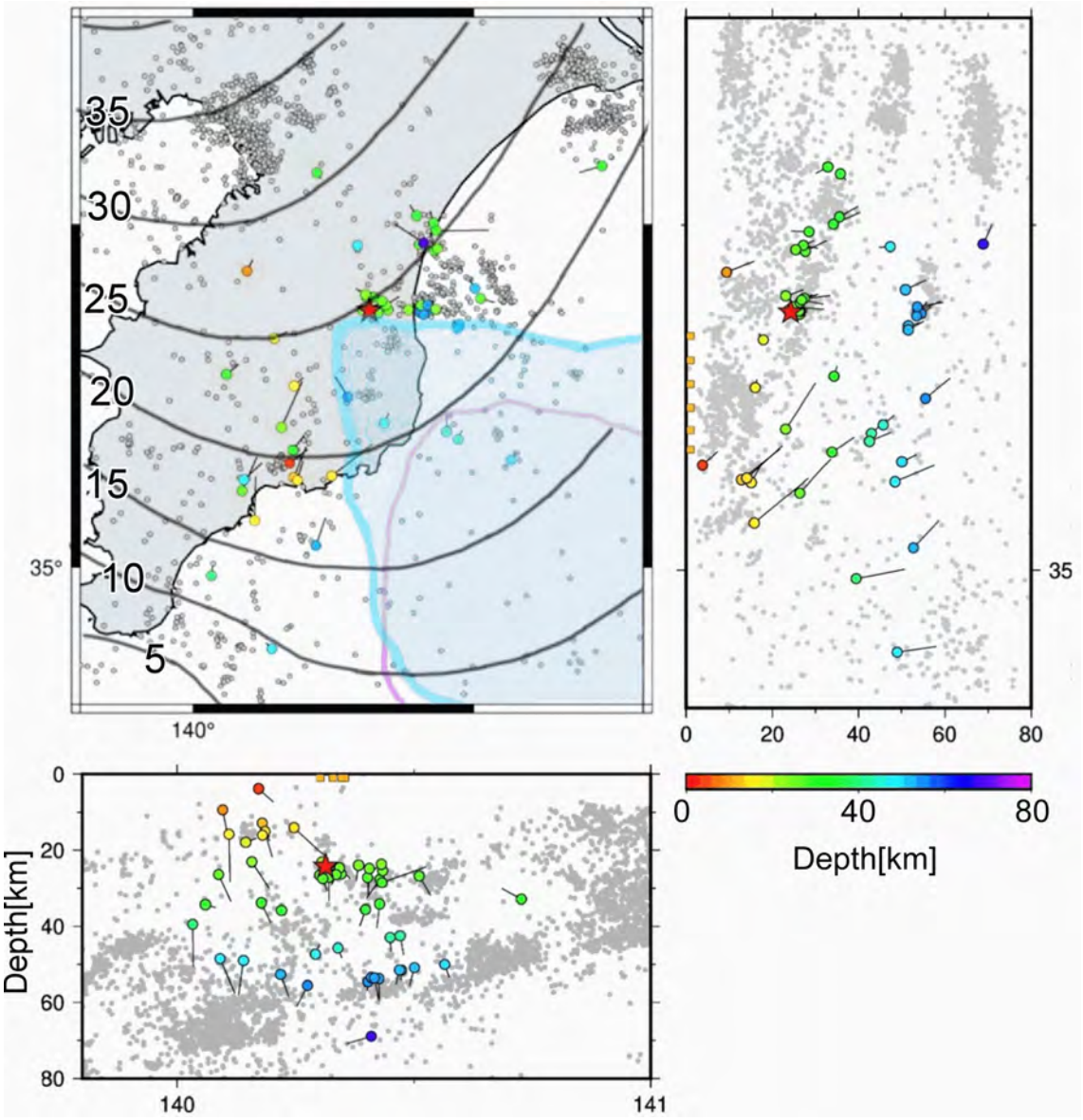


図2. 房総東部臨時地震観測点のデータを加えて決定された地震(51個)の震源分布（色付きの丸印）
背景の灰色の丸印は、気象庁一元化震源による2020年1月から2024年12月までにこの地域で発生したM2以上の地震。線は気象庁一元化震源で求められた地震の震源位置と再決定震源を結んだもの。実線はSato et al.（2016）のフィリピン海プレート上面の等深線（km）、水色およびピンクの線は過去のSSEのすべり域。

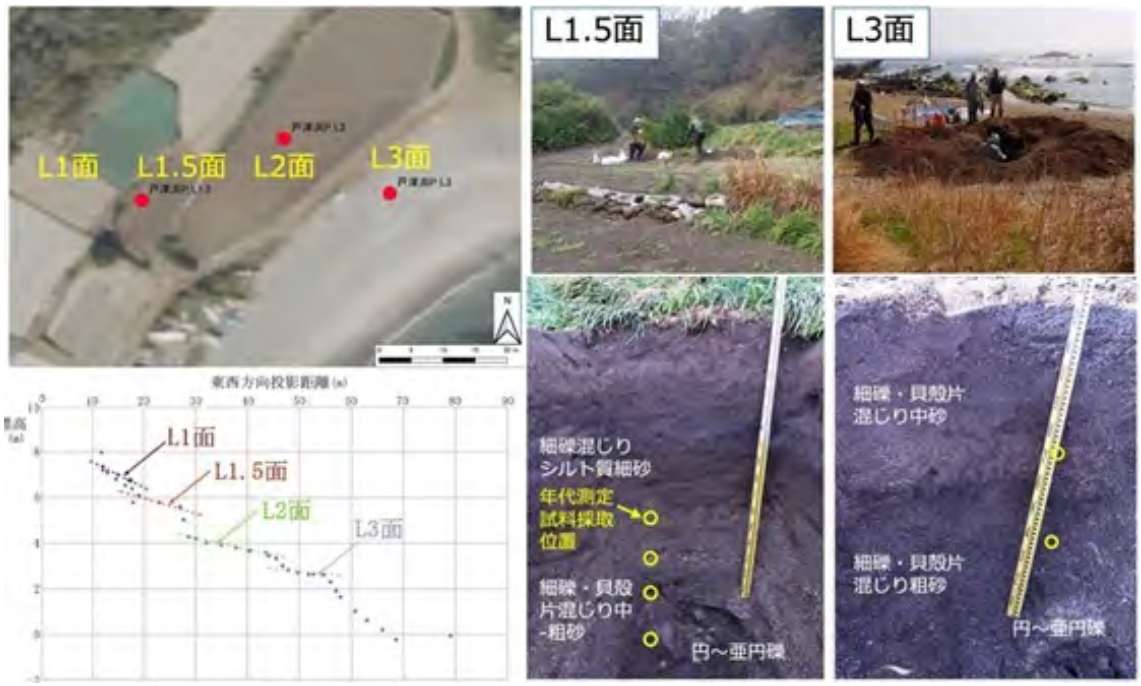


図3. 三浦半島南部戸津浜地区で実施した完新世海成段丘のピット掘削調査

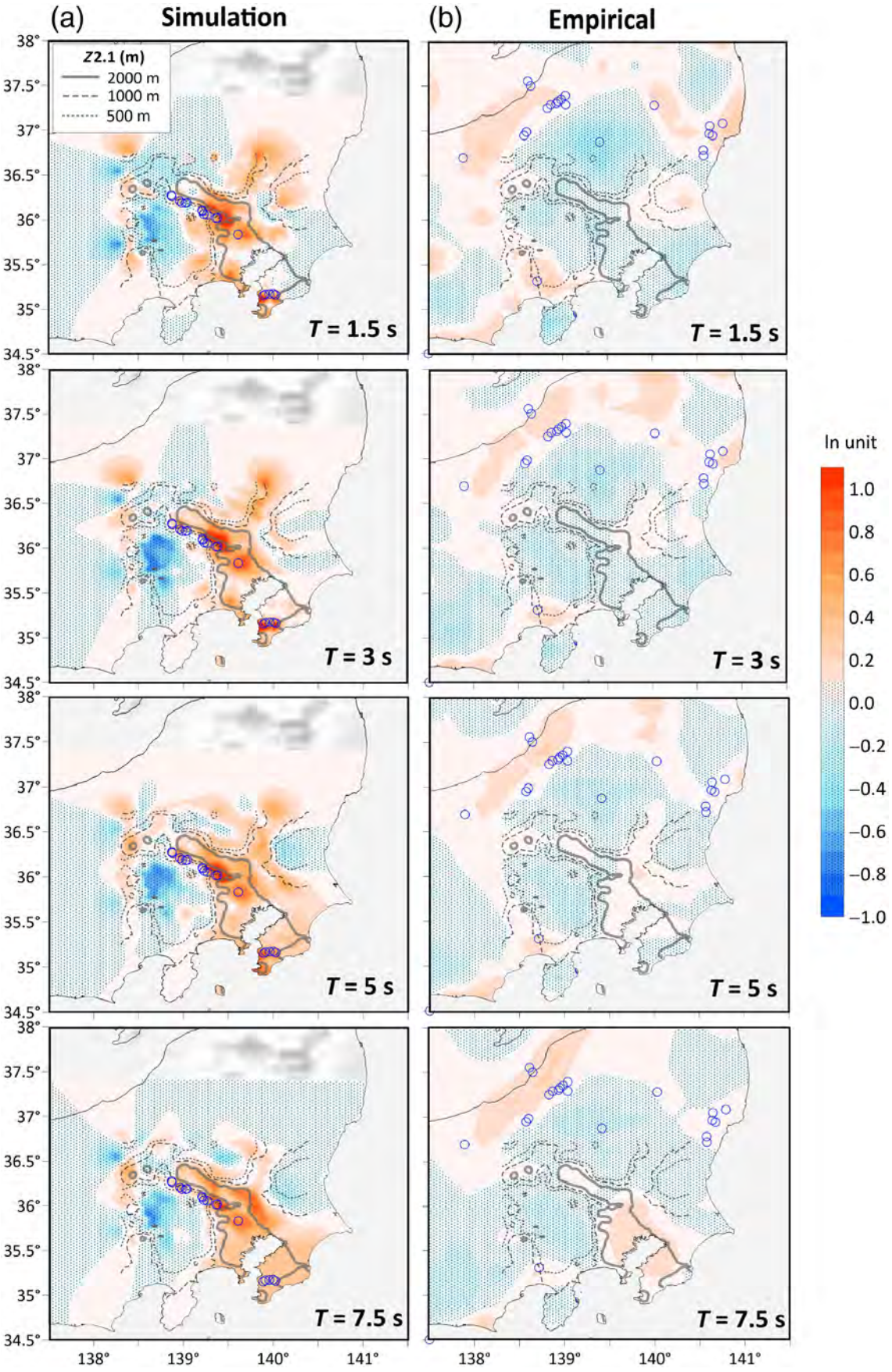


図4. 関東地域における予測地震動（左）と観測地震動（右）のサイト特性としての非エルゴード項分布（赤が増幅，青が低減）

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_18

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質および観測に基づく大規模噴火の準備過程と噴火様式遷移の解明
（英文）Preparation processes and eruptive style transition of large-scale eruptions based on geological and geophysical observations

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（5）本課題の５か年の到達目標：

プリニー式噴火に代表される大規模噴火は、噴出物を広範囲に飛散させるため、深刻かつ多様な災害を広域で引き起こす。しかし近代的火山観測網によるVEI4クラス以上の大規模噴火の観測事例は、遠隔で発生した2021年福徳岡ノ場噴火を除き国内にはなく、マグマ蓄積などの準備過程や噴火開始後の表面現象とその遷移、それらに関連する物理化学パラメータの解明や想定される災害の種類や規模の評価は不十分である。とくに大規模噴煙を伴う噴火では、噴煙柱形成に続き火砕流や溶岩噴出など、異なる現象に噴火が遷移する場合があり、ハザードの種類も時間とともに変わり得る。このような噴火様式遷移は歴史時代のさまざまな大規模噴火で記録されており、そのメカニズムは主に理論的モデルを基に研究されてきた経緯がある。例えば火道径の増大に伴う噴出率増大やマグマ中の含水量低下などは、噴火様式遷移において重要な役割を担うと考えられる。このような前兆・前駆的現象を含めた噴火に関連する諸現象とその時空間発展の解明および災害の評価には、理論的研究や地球物理観測に加えて、噴出物が持つ情報が大きな制約になる。また、小中規模噴火も含めた噴火履歴を明らかにし、噴火事象系統樹を構築することも重要である。
そこで本課題では以下を目的として研究を進める。過去に大規模噴火の実績がある火山を対象に、地質調査や物質科学的解析、史料データをもとにした噴火推移の再構築、噴出量・噴出率の推定、マグマ溜りの物理化学条件の推定、これらの中長期における変遷を解明する。噴火様式遷移が確認できている大規模噴火については、火砕物の発泡・結晶化組織や粒子物性・空隙構造を層序毎に明らかにし、地球物理観測との照合を念頭に置き、マグマ蓄積条件や上昇過程に関連する物理化学量とその変化を抽出する。とくに富士山については，各堆積物の噴火年代、噴火推移、噴出量等の噴火のデータを収集し、噴火履歴を高精度で解明し、これらのデータをもとに噴火事象系統樹をより精緻化する。また、地球物理学的観測データと合わせて、前兆現象や噴火に伴う諸現象の検出および位置特定に関わる手

法を検討する。これらの研究をもとに大規模噴火における事象分岐の要因について考察し、研究火山の事象系統樹へ反映させることを目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

伊豆大島、浅間山、霧島山について、東大地震研が中心となって研究を進める。第２次計画により基礎データが集まりつつある大規模噴火（伊豆大島有史時代噴火、浅間山有史時代噴火、霧島山文暦および享保噴火など）を基軸として、噴火様式遷移を引き起こした要因として可能性があるデータに注目して研究を進める。地質データを拡充し、現象推移の再構築を行うとともに、マグマ蓄積条件やマグマ上昇過程に関わる温度、圧力、含水量、減圧率などのパラメータの変化およびそれらが噴火様式変化に及ぼす影響について火道流モデルを用いた理論的研究も併用し、定量的に明らかにすることを目指す。また、噴火推移については地質記録だけでなく歴史記録、および海外の観測データのある事例も活用し、噴火推移に制約を与えることを試みる。
富士山については富士山科学研究所が中心となって研究を進める。富士山は噴火回数が多く、未だ詳細が明らかになっていない堆積物も多く存在する。そこでトレンチ調査を含む地質調査等を実施し、各堆積物の噴火年代、噴火推移、噴出量等の噴火のデータを継続して収集する。同時に、マグマ供給系の解明に向けた研究も実施する。これらの噴火データから噴火履歴を高精度で解明し、その結果をもとに噴火事象系統樹の精緻化に取り組む。地球物理観測については、深部低周波地震のモニタリングを進めるとともに、その発生メカニズムの解明および噴火の予兆としての地殻内流体の移動検出を目的として、多点における重力連続観測を継続する。噴火に伴う諸現象の位置特定については、効果的な空振観測配置を検討し、空振観測データと地震観測データを組み合わせた特定手法を検討する。
・令和6年度　浅間山と霧島では大規模噴火の堆積物の地表踏査・試料採取を行い、地質学的研究を始める。噴出物の年代学的解析、歴史記録の収集・検討も始める。また、これまでの研究を基礎として噴火の推移やマグマ供給系を明らかにするための物質科学的データを取得し、解析に着手する。富士山については、噴火事象系統樹を精緻化するための地質調査およびマグマ供給系解明のための岩石学的データの取得を開始する。地球物理観測について、重力観測を継続、地震観測・空振観測を開始する。
・令和7年度　浅間山と霧島については地質・物質科学的調査･解析を継続し、噴火推移の推定、噴出量、噴出率およびその変化の解明を進める。とくに粒子物性分析と岩石組織分析を組み合わせ，マグマ上昇過程の解明を目指す。海外の地球物理観測のある事例について、物理化学パラメータの整理を行う。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。
・令和8年度　浅間山と霧島については地質・物質科学的調査、解析を継続する。また、年代学的解析，歴史記録の調査を継続する。伊豆大島では有史の大規模噴火（S1以降）の研究に着手し、噴火履歴・推移の解明、物質科学的データの取得と解析を行う。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。空振観測では落石や花火等、頻度の見込める事象の観測データの解析から、観測デザインや精度向上に繋げる。低周波地震については波形による分類を進める。重力データ複数年の蓄積データから潮汐パラメータの推定を進める。
・令和9年度　浅間山、霧島、伊豆大島において地質・物質科学的調査、解析を継続する。各火山において、地球物理観測との照合を念頭に置き、マグマの蓄積・移動・上昇の時間スケール、火砕流等の付随現象の時期、噴火の継続時間についても考察する。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。空振観測は前年度同様の観測網の改善に取り組む。地震観測についても前年度同様波形の分類を進める。重力観測については潮汐以外の長周期変動成分の解析に着手する。
・令和10年度　これまでの研究を総括し、前兆･前駆的現象を含めた大規模噴火の物理化学パラメータとその推移、付随現象の時期や継続時間など噴火推移のパターン、それを駆動するマグマの蓄積条件等の中長期的時間変化をまとめる。また小中規模噴火の位置付け、大規模噴火の準備過程および噴火発生後の事象分岐の要因について考察し、噴火事象系統樹へ反映させることを目指す。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

大規模噴火のマグマの蓄積条件や上昇過程、それらと地表現象との対応関係に着目し、大規模噴火における噴火様式遷移の支配要因を明らかにする研究を進めている。浅間山については、前年度まで進めていた18世紀天明噴火の噴煙柱形成から火砕流への遷移過程に関する研究について国際誌で出版した（Mizuno et al. 2025）。火砕流を発生させた噴出物では気泡数密度や石基ガラス含水量が顕著に高くなることを示し、火砕流噴出時にマグマの減圧率の増加および破砕深度の増加があった可能性を示した。この結果は、大規模噴火時の噴火様式遷移が、マグマの減圧率や上昇過程での脱水プロセス（水収支）に強く影響を受けたことを示すとともに、層序毎の丁寧な噴出物分析が必要であることを示した。

浅間山16ka大規模火砕噴火の一連の活動のうち、2つのプリニー式噴火（As-YP、As-K）について、マグマ上昇・脱ガス過程を明らかにする研究を進めた。軽石みかけ密度等の物性分析、気泡組織分析、石基ガラスに残された含水量の測定を行った。その結果、石基ガラス含水量と軽石みかけ密度はどちらもマグマ蓄積条件を起点とした減圧による平衡脱ガスでは説明できないことが明らかとなった。As-Kは低い含水量と高い密度、引き伸ばされた気泡にやや富む気泡組織を有することから開放系脱ガスが卓越したと考えられる。対照的にAs-YPは高い含水量と低い密度で特徴づけられる。気泡組織解析と気泡核形成モデルに基づくと、As-YPの噴火はより高いマグマ減圧速度であったと推定され、急減圧による非平衡脱ガスにより石基ガラスに水が取り残された可能性がある。

霧島火山韓国岳16 ka大規模火砕噴火について、地質調査により詳細な層序区分を行い、堆積物が軽石と火山灰の互層からなり、この噴火が火砕流の発生を含む複数の噴火フェーズで特徴付けられることを明らかにした（鈴木・他，2025）。岩石学的分析を並行して進め、斑晶量は40-50 vol.%と非常に高く、動きづらいマッシュ状マグマ溜まりから噴火が発生したことを明らかにした。全岩化学組成は安山岩質であり、その組成トレンドは霧島の他の山体が作るトレンドと一致した。斑晶鉱物の組成は軽石、スコリアでほとんど違いが見られなかったが、石基ガラスはスコリアがより苦鉄質な組成を示し、軽石の一部のユニットは低アルカリの組成を示した。熱力学的手法を用いて推定したマグマの温度は、軽石が850℃、スコリアが980℃程度であることを明らかにした。

富士山については、噴火履歴精緻化のために、地質調査や化学分析を行い地層対比や噴出源を特定するための基礎データを収集した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

大規模噴火を引き起こすマグマ溜まりの蓄積条件や上昇過程、噴火様式遷移に関係するマグマの減圧率等の物理化学パラメータは、噴火推移パターンや事象分岐条件、マグマシステムを結び付けた火山活動の推移の理解を進め、課題1 (4) や (5)、課題2 (3) に貢献する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Mizuno, T., Maeno, F. and Yasuda, A., 2025, Transition from growth to collapse of the Plinian column during the 1783 eruption of Asama volcano, Japan, inferred from rock microtextures, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 462, 108310, doi:10.1016/j.jvolgeores.2025.108310, 査読有, 謝辞有

Yasuda, Y. and Maeno, F., 2025, Flute-like scours at the base of Plinian pumice-fall deposits at Ohachidaira caldera, Hokkaido, Japan, Bulletin of Volcanology, 87, 16, doi:10.1007/s00445-025-01805-4, 査読有, 謝辞無

Nakamichi, H. and Maeno, F., 2025, Achievements in Volcano Research in the Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program from 2019 to 2023: Towards Prediction of Volcanic Eruptions by Building Volcanic Activity Transition Models, Journal of Disaster Research, 20, 133-141, doi:10.20965/jdr.2025.p0133, 査読有, 謝辞有

水野 樹・前野 深, 2025, 微細構造解析に適した多孔質・脆弱岩石試料の薄片作製法, 東京大学地震研究所技術研究報告, 31, 20-32., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

鈴木慈苗・前野 深・川口允孝, 2025, 霧島火山群韓国岳のプリニー式噴火の推移とマグマ蓄積場の状態, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, ポスター.

水野 樹・前野 深・谷 健一郎, 2025, 福徳岡ノ場2021年噴火噴出物の岩石組織に基づくマグマ上昇・噴出過程の検討. 日本火山学会2025年秋季大会, B3-09, 松本, 口頭.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

浅間山の16ka大規模噴火、霧島山の16ka大規模噴火について地質・物質科学的調査･解析を継続し、マグマ溜まり条件や噴火推移の解明を進める。基礎的な岩石鉱物学的分析を進めるとともに、粒子物性分析と岩石組織分析を組み合わせ、マグマの蓄積・上昇過程の解明を目指す。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

前野 深（東京大学地震研究所）, 安田 敦（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
吉本充宏（富士山科学研究所）, 本多 亮（富士山科学研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所　地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前野 深
所属：東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_19

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）宇宙線技術による活動的火山浅部ダイナミクスのスタディー
（英文）Study of shallow volcanic dynamics with cosmic-ray muography

（3）関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

山頂付近の隆起/沈降と火口底直下の密度の上昇、減少は時間的に完全に一致しているわけではなく、密度変化が先行している可能性があるが、観測期間が短く、活発期/平穏期２周期分から判断する必要があり、十分な確度で相関を議論することができない。また、2023年2月ごろ、南岳火口から昭和火口に突如として噴火活動が推移した。その後も南岳火口及び昭和火口双方からの噴火が続いている。このような噴火活動の分岐現象についても、火口底の下でマグマがどのように移動しているのかを調べることで、その現象理解に貢献できる。本課題では５年間の観測で活動的火山の火口底直下の密度変化、火口付近の地殻変動（隆起/沈降）、及び噴火との間の相関関係を明らかにすることを目標とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

大口径化（約10平米）を達成した多線比例係数管方式の高解像度軽量ミュオグラフィ観測装置を運用することで国際チームが５年間の連続観測を実施する。
2024年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
2025年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
2026年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
2027年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
2028年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
桜島における火口近傍の密度構造変化の時系列変化をミュオグラフィを用いて高精度に視覚化する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
桜島ミュオグラフィ測定を継続してデータを取得することによって、合成開口レーダーデータやガスフラックスデータとの比較や、隣接する火口の火道を通るミュオグラフィで測定された密度の間との相関を観測することで、これらの火道間に分岐したつながりがあることを示唆することが可能となってきた。今年度はミュオグラフィで測定された密度を地表の鉛直変位、月ごとの噴火回数、およびガ

ス放出率と比較することで、火山活動指数を評価した。具体的には、火山活動指数は、2018年9月から2023年7月まで観測された質量密度、鉛直変位、およびガスフラックスデータを用いて決定された。結果として、軽微な活動は、2019年9月から2020年12月まで定量化された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

活動的火山の火口底直下の密度変化、隆起及び沈降を含む火口付 近の地殻変動、及び噴火との間の相関関係を明らかにする。
ハンガリー科学アカデミーウィグナー物理学研究センター並びにイタリ ア、英国、チリ機関等との共同研究を推進する、
新規出現宇宙線技術の火山内部への適用可能性の検討を続ける。
災害軽減事業の観測・解析技術の開発、並びに国際共同事業・国際 共同研究、そして素粒子物理学分野との連携を通じた学際的研究の推進に貢献する。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Oláh. László; Tanaka, Hiroyuki K. M. Toward joint muography and ground deformation monitoring for volcanic unrest assessment. J. Appl. Phys. 138, 060701 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0275038, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

現在ミュオグラフィ観測と比較する地殻変動量は衛星測位観測等のリモートセンシングに基づくものである。一方、現在のリモートセンシングは、地表の変動のみ測位できるため、変動観測は火口縁付近の表面に限られる。地下の変動量も地殻変動観測に加えることができれば、「宇宙線技術による活動的火山浅部ダイナミクスのスタディー」が一層進展する。2026年度も引き続き、桜島ミュオグラフィ観測所を維持、測定を継続してデータを取得すると同時に新規出現宇宙線測位技術の火山内部への適用可能性の検討を続け、検証を行う。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

田中宏幸（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：無

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：田中宏幸
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_20

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）光技術を用いた地下深部・火山近傍における地殻活動の観測

（英文）Observation of crustal activity deep underground and near volcanoes using optical technology

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ウ. 地震・火山現象のデータ流通
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（5）本課題の５か年の到達目標：

断層すべりや応力場など地殻内で起こっている現象を定量的に理解するためには、地下深部において複数のセンサによる観測網の展開が必要である。また、火山観測においては火山体を取り囲むようにセンサを配置し観測することが地下監視のために有効である。特に重力観測は地下流体の移動等に伴う密度変化に感度を持ち、断層運動と間隙流体移動との関連性や火山噴火とマグマ移動との関連性を解明する上で重要である。本研究では、地下深部の極限的な環境や火山近傍のインフラの乏しい環境で動作できる地震波・重力場の観測技術として、光学式地震計および小型絶対重力計を光ファイバで接続し、それら複数のセンサの信号を同一の光ファイバで伝送する多重化技術を適用し、これまで困難であった地下深部や火山近傍における地震・重力の観測データを取得・配信し、地震・火山現象の解明のための新たなデータを提供することをめざす。

5年間の研究期間の前半に、複数のセンサを光ファイバで接続した状態での信号取得や長距離伝送の検証と精度評価を行なうとともに、これまで実施してきたセンサ単体での火山観測を継続する。後半の期間に同システムを火山帯のテストサイトに設置し、地震・地殻変動・火山活動の観測を実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

5年間の研究期間において、これまで開発してきた光技術を用いた地震計・重力計のセンサを光ファイバで接続し、テストサイトにおいて地震活動や火山活動の観測を行い、手法の有効性を検証する。計画前半では、光通信分野の研究機関やメーカーと連携し、複数のセンサを光ファイバで接続した状態で信号取得や長距離伝送、精度評価を行なう。並行して、これまで実施してきたセンサ単体での火山観測を継続する。計画後半に同システムをテストサイトに設置し、地震・地殻変動・火山活動の観測を実施する。

令和6年度においては、地震計・小型絶対重力計のセンサに関して、光通信分野の研究機関やメーカー

と連携して、複数のセンサを光ファイバで接続し、信号取得を行なう。また、センサ単体での火山観測を実施する。

令和7年度は、前年度の構成において精度評価を実施する。また、センサ単体での火山観測を継続する。

令和8～10年度には、地震・地殻変動あるいは火山活動が予想されるテストサイトにおいて観測を実施し、その結果から本手法の有効性を検証し研究の総括を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度においては、光干渉式の地震計および小型絶対重力計のセンサに関して精度評価を実施した。

地震計に関しては、レーザー干渉計測により高精度に地面振動を測定する光干渉式広帯域地震計の精度評価を行った。前年度の小型振り子に替え、固有振動数が1.4Hzの短周期地震計の振り子に鏡を取り付け、おもりの動きをレーザー干渉計で高精度に検出する（図1）。10mHz程度までの低周波の地震波を捉えるために、おもりには高周波と低周波の2重の制御をかけ広帯域地震計の特性を持たせた。地震研究所鋸山観測所の地下坑道においてSTS-1型地震計との比較観測を行った結果、ほぼ同等の信号が得られ、高精度に地動が検出できることが示された。一方、脈動周波数帯より低周波でSTS-1より背景ノイズが大きい領域があり、1.4Hz振り子の熱雑音による検出限界と見積もられた。今後熱雑音の寄与が少ない長周期振り子で背景ノイズが低減するか確認する。

小型絶対重力計に関しては、複数の絶対重力計を光ファイバで面的に接続し連続観測を行うことで、火山活動に伴う流体移動や地震に伴う地下密度変化の検知などを目指した開発を継続した。本研究で開発している小型絶対重力計TAG-1、TAG-2に同一光源から分岐したレーザー光を光ファイバで導入し、2台の重力計により同時重力計測を行った（図2）。前年度に特性評価を行った小型の干渉信号収録装置を接続し、データの欠落が無くメモリカードに記録されていることが確認された。

複数のセンサを光ファイバで接続し信号取得を行なう多重化については、前年度検討した方法として、レーザー光源からパルス光を出力し、複数の出力信号に一定の遅延を持たせ時間分割して1本の光ファイバで出力信号を集約し伝送する方法で試験的なデータを取得した。現状では1台の重力計で使用される3本の光ファイバを1本に集約できることを確認した。今後は2台の重力計で同様に時間分割する方法、あるいは光を一定周波数シフトさせ同一ファイバに導入する方法などを試行し精度等を評価する予定である。

センサ単体での火山観測に関しては、前年度から行っているレーザー光源の修理に時間を要したため、当初計画から変更し、今年度の実施は見送った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究に関連する建議の項目「6.(1)イ.観測・解析技術の開発」、「1.(3)地震発生過程の解明とモデル化」、「1.(4)火山活動・噴火機構の解明とモデル化」に関して、地下深部や火山体への観測網の展開に向けた光干渉計測による広帯域地震計および小型絶対重力計の開発を進めた。光計測をベースとした地震計・重力計による試験観測と性能評価を実施し、これは各センサの野外における観測性能と実用性の向上につながる。「災害の軽減に貢献する」という目標に対して、今後複数のセンサを光ファイバで接続した状態での信号取得や長距離伝送の検証と精度評価を行なうとともに、センサをテストサイトに設置し、地震・地殻変動・火山活動の観測を実施し、従来観測が困難な地下深部や火山近傍における新たな観測データを提供することをめざす。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

新谷昌人, 小野寺圭祐, 川村太一, 辻健, 田中智, 2025, 極端環境における地震観測をめざしたレーザー干渉式広帯域地震計の開発, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT41-05

新谷昌人, 葛西恵介, 吉田真人, 中沢正隆, 2025, 小型絶対重力計の野外多点観測へ向けた光通信・計測技術の応用, 日本測地学会第144回講演会, 22

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は、地震計・小型絶対重力計のセンサに関して、精度評価を継続するとともに、センサ単体での火山観測、および地震・地殻変動あるいは火山活動が予想されるテストサイトにおいて観測を実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

新谷昌人（東京大学地震研究所）, 高森昭光（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
葛西恵介（東北大学電気通信研究所）, 吉田真人（東北大学電気通信研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：03-5841-5821
e-mail：araya@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/araya

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：新谷　昌人
所属：東京大学地震研究所

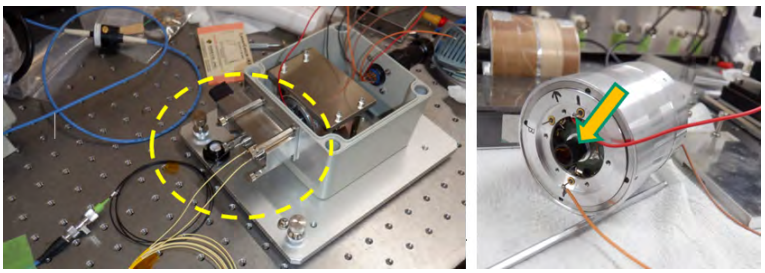


図1　レーザー干渉式広帯域地震計（左）および鏡を取り付けた1.4Hzの振り子（右）

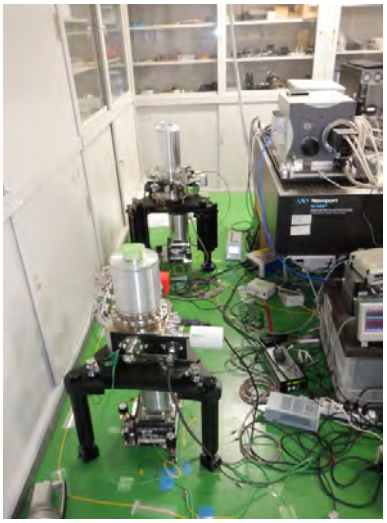


図2　同一光源から分岐したレーザー光を用いた、2台の重力計による同時重力計測

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_21

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底での地震・地殻変動観測の高度化に向けた観測技術開発

（英文）Instrumentation for next stage ocean floor observation in seismology and geodesy

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震発生予測の基礎的観測研究を行う上で、海洋プレートの沈み込み帯でのプレート境界地震及びスロースリップイベントが繰り返し発生している場の直上である海底での、地震・地殻変動観測は、その核心部での時間経過・詳細な状態の把握に重要である。陸域と同等な観測を海底で実現させるという基本的観点から、これまで長期高密度な機動的地震観測、機動的強震観測、機動的で長期の広帯域地震・測地観測、新方式のケーブルシステムによる定常的地震観測、などをこの十数年の間に実現させてきた。海域での地震・地殻変動観測をより高度化させるため、陸上と同等な広帯域地震観測を海域で機動的に行う技術開発、超深海域での機動的広帯域地震観測の実用化、海底面での機動的な水圧・傾斜・重力観測の面的展開技術の実用化、および定常的な海域観測網の高度化、などを今後の技術開発の課題として取り組む。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究課題では、明確な年度計画は設定せず、後述の開発項目のうち予算的裏付けや試験観測が可能となったものを順次進めて行く。その理由として、これらの機器開発の予算はその大部分を科学研究費や運営費交付金（地震研内のセンター経費・所長裁量経費など）で賄っていること、及び試験観測には研究船（潜水艇）利用が必要で、その実施には不確定要素が多いためである。

具体的に現在想定している、機動的観測技術での開発項目は以下のものである。

1-1. 超深海域での長期（広帯域）地震観測の実用化
1-2. 次世代型広帯域海底地震計の自律動作方式への機能高度化
1-3. 面的展開が可能な海底面での傾斜観測の実用化
1-4. 海底での機動的かつ面的重力計測の観測手法の実用化
1-5. 観測能力の維持と高度化を念頭にした機能強化とデータ処理手法の開発
1-6. 浅海や超深海での余震観測など新技術の実地検証を目的とした臨時観測の実施

また、定常的観測技術としては以下を開発項目とする。

2-1. 高信頼性を保ちつつ、大規模展開に適した対費用効果の高いケーブルシステムの開発
2-2. 海底測地観測システムを接続可能なケーブルシステムの開発
2-3. 分散型音響センシング（DAS）と通常の地震計を用いた定常ケーブル観測システムの構築
2-4. 利用中の通信用海底ケーブルで使用可能なDASケーブル観測システムの開発
2-5. 新しい光ファイバセンシング技術を用いたケーブル観測システムの開発

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

（７）に挙げたうちの以下の開発項目について開発研究をそれぞれ実施した。

1-1は、超深海用広帯域海底地震計（UDBBOBS）の開発として、科研費（学術変革・分担・代表：田中［2021～2025］、挑戦的研究［開拓］・代表：塩原［2023～2027］）を主たる経費として推進しており、2023年度末までに詳細な仕様を決定、各部の製作を進めていた。2024年度は、海洋研究開発機構の内部枠航海（KM24-11）の観測研究と共同する形で試験観測の機会を確保し、2024年9月に熊野灘で設置作業を行った。着底確認後に音響通信で観測状態へ移行できたことは確認でき、2025年2月に無人潜水艇（ROV）による海底での実際の状況観察を行った。観測状態での浮力計算に問題があったと見られる状態が確認され、自己浮上回収前に正しい状態へROVで修正する事になった。機器の回収は2025年11月のKM25-11航海（内部枠航海）で実施予定であったが、黒潮流軸部が観測点と重なったことでROV潜航作業が不可能となり、2026年度の内部枠航海の機会に回収する予定である。

1-2についても、2019年夏以降延期され続けていた試験観測の機会を上記のUDBBOBSと併せて確保し、同一地点での設置を2024年度に行った。この自律動作方式の次世代型広帯域海底地震計（NX-2G）についても、構造を改修した後での観測状態への移行結果状況が、設置時には観察出来ていないので、UDBBOBSと共に状況観察を2025年2月に実施した。センサー部へ繋がる水中ケーブルの放出が不完全であったが、基本的な移行動作は完了していた。KM25-11航海時に、自己浮上での回収を試みたが、錘切り離し動作は正常に完了した返答があったが、センサー部の傾斜状態は設置時と全く変わらず、過去の実地試験時とは異なる想定外の状況になっている。これも、ROV潜航での状況確認が必須となったので、2026年度の航海での回収予定となった。

1-5に関連するものとして、2022年9月からカナダバンクーバー島南西沖で開始した海底水圧計（OBP）6台によるアレイ観測の回収作業を、2024年7月に実施した。4台は正常に回収されたが、残る2台は海底での所在は明確であるが、錘切り離し用の電池出力が無い旨の応答となった。急遽、カナダビクトリア大学のOcean Networks Canada（ONC）との連携により、海底ケーブル観測網保守を目的としたROV傭船航海時にこれらを回収する予定が組まれ、2024年10月に実施、海況・天候の制約から1台のみの回収となった。2025年に残る1台の回収を実施する計画であったが、ONC側のROV傭船航海実施時にトラブルが続き、2026年内のROV傭船航海にて実施する予定である。回収された5台分のOBPデータは、ONCの海底水圧データと合わせての基本的データ処理を進めている（図1）。2025年度は、ローカルな海洋変動の影響を取り除く手段として、全海洋モデル(hycom)による海面高変動データから、各OBP地点近傍での時系列データを取り出し、差分を取ることを検討中。先行研究では、このようなモデルデータとの差分をとることでより見やすい水圧データになる、とあったのだが、モデルデータに異常なデータ値の区間がランダムに存在しており、それらを取り除いた処理を今後進め、地殻変動のイベントが無いかを調べる。

事前に想定した開発項目と直接関係しない機器開発も行った。長期海底観測の途中で、一部の観測データを実用的に取り出すための水中WiFi通信機能をBBOBST-NXに付加し、日向灘での4年観測を開始した。設置・展開のROV潜航作業後、OBS内のレコーダーと船上をWiFi・光ファイバー経由でIP接続し、通信・データ転送することに成功した（図2）。実効的なデータ転送速度として1Mbpsを確保しているが、WiFi電波強度が低いのを改善しなければならない課題が明らかになった。

さらに1-5に関連して、海底において大振幅の地震波を飽和せずに記録するために、小型の長期観測型海底加速度計の開発を行っている。直径50cmのチタン製球型耐圧容器を用いた長期観測型海底地震計は従来から使用されており、本開発は、この長期観測型海底地震計に低消費電力の小型サーボ型加速度計を搭載する。これまでも、長期観測型海底加速度計を開発してきたが、小型サーボ型加速計の消費電力が大きかったために、電池搭載量から直径65cmのチタン製球型耐圧容器を用いていた。近年、低消費電力の小型サーボ型加速計(日本航空電子製JA-5VE1)が利用できるようになり、海底加速度計を小型化する目処が立った。まずは、JA-5VE1について、地震研究所内において、評価試験観測を行った。その結果、計測された加速度は従来の小型サーボ型加速計と比べて、遜色がないことを確認し

た(図3)。消費電力を実測したところ、供給電圧±7.4Vにおいて、約75mWとなった。この消費電力は従来用いているリチウム電池により、約半年の電力を供給できる。50cm球型耐圧容器に3成分観測のために、3つの加速度計を直交するように実装し、試作機を製作した。2026年度以降の試作機による海底観測を計画する。

2-1に関しては、2014年に復旧した既設の三陸沖海底光ケーブル式地震津波観測システム、および2015年に設置した新規開発の海底光ケーブル式地震津波観測システム(新システム)について、2025年7月に波浪の影響を受けやすい汀部から沖側約100m までの区間の観測ケーブル、アースケーブルやシーアースの敷設状況について、ダイバーによる点検を行い、必要な清掃・補修を行った。新システムの給電電圧が2025年4 月中旬より、増加傾向でかつ間欠的に数分単位で変動し、6月下旬からは海底の観測ノードYOB3 が複数回再起動していた。そこで、新システムのビーチアースの清掃を行うと共に、設置以降、0.7Aであった供給電流を0.8Aに増加させた。その結果、YOB3 は再起動しなくなったが、すべての海中ノードで内部温度が約1℃上昇したことが確認された。一方、海水に暴露している水圧計の温度は、最も陸寄りのYOB1で約0.5℃上昇したことが確認されたが、残りの2つの海中ノードの水圧計については、温度変化が見られなかった(図4)。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

1-1・1-2・1-3の各項目は、今後の海底地震・測地観測研究を高度化していく基礎となる開発研究である。また、1-5は長期海底水圧アレイデータの取得に加え、1台の未回収OBPではこれまで20年以上使用してきた錘切り離し機構の運用で発生しなかった障害が起きたと見られるので、2025年に当該OBPを回収して原因究明を進めたい。これもまた、海底観測機器の安定した運用への基礎となる。水中WiFi通信機能の実現も、海底観測中の機器からのデータ回収手段として新たな選択肢を増やし、観測機能の高度化に繋がっている。

2-1・2-3については、海底ケーブルを利用する海底地震津波観測研究の高度化を目指している。近年は、千島海溝西部、日本海溝、南海トラフに海底ケーブル観測システムが設置され、防災面および科学面に大きな寄与があるが、高精度なデータ解析の実現という観点で、引き続き観測点の空間的高密度化を図る必要がある。そのためには、海底ケーブル観測システムのさらなる開発研究が不可欠である。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Shinohara, M., T. Yamada, S. Fukushima and H. Yamahana, Distributed Acoustic Sensing Observation Using Seafloor Cable Observation System in the Japan Sea, 2025 IEEE Underwater Technology (UT), Taipei, Taiwan, 2025, 1-5, doi: 10.1109/UT61067.2025.10947411., 査読有, 謝辞有

Fukushima, S., M. Shinohara, T. Yamada, R. Hino, R. Azuma, Y. Ito, Y. Yamashita and H. Takano, Enhanced P-wave velocity imaging by marine airgun-source seismic surveys with distributed acoustic sensing. Sci Rep 15, 18111, 2025. https://doi.org/10.1038/s41598-025-01190-0, 査読有, 謝辞有

Shinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizuki1, and S. Sakai, Seismic observations by distributed acoustic sensing using seafloor cable observation systems around Japanese islands, OCEANS 2025 - Great Lakes, Chicago, IL, USA, 1-7, 2025, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Shiobara, H., Nishida, S., Araki, W., and Ito A., Underwater WiFi system for the long-term BBOBS data retrieval using the ROV, AGU-FM 2025, DI13B-0036, 15 Dec. 2025.

Yamahana, H. and M. Shinohara, Development of GUI software for picking up seismic phases

from distributed acoustic sensing records, Japan Geoscience Union Meeting 2025, STT42-12, 29 May, 2025

Shinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizuki1, and S. Sakai, Distributed acoustic sensing seismic observations using fibers on seafloor cable observation systems installed in Japan, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, S05d, AS25-0238, Lisbon, Portugal, 2 Sep. 2025.

Shinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizuki1, and S. Sakai, Seismic observations by distributed acoustic sensing using seafloor cable observation systems around Japanese islands, OCEANS 2025 - Great Lakes, Chicago, IL, USA, 1 Oct. 2025

篠原雅尚、光ファイバーセンシング計測が拓く超高密度海底地震観測、地震調査研究推進本部30周年特別シンポジウム、2025年10月14日

Shinohara, M., Z. He, S. Tanaka, and H. Otsuka, High performance seismic observation by distributed acoustic sensing using off-Sanriku geophysical cable observation system, Seismological Society of Japan 2025 Fall meeting, S02-07, 21 Oct. 2025

Shinohara, M., S. Aoi, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, and M. Mochizuki, Distributed acoustic sensing observation for seismic activity in westernmost Nankai trough region using N-net offshore system, AGU-FM 2025, S13A-04, 15 Dec. 2025

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

現時点での2026年の開発研究は以下の項目で実施予定である。

1-1・1-2は、2026年5月末に予定している海洋研究開発機構の内部枠航海でUDBBOBSとNX-2Gの自己浮上・ROV潜航回収を行う。データ回収後、近傍のDO-NET坑内広帯域地震観測点のデータとのノイズレベル比較などの解析を進める。UDBBOBSについては、2026年度中での、房総半島沖３重会合点の超深海域への設置について検討する。

1-3は、2024年に回収したデータを含め計3回、のべ5年分の海底広帯域地震・傾斜観測データが蓄積されたので、より適切な温度補正手法・機器の開発など、海底面での傾斜観測の高度化を進め。

1-5としたOBPアレイ観測は、引き続き、ローカルな海洋起源ノイズの低減手法の検討を進めると共に、残る1台のOBPのROVでの回収をONCと協働し実施する。また、試作した小型海底加速度計を用いて、海底における実観測を試みる。

2-1については、2014年に復旧した既設の三陸沖海底光ケーブル式地震津波観測システムおよび2015年に設置した新規開発した海底光ケーブル式地震津波観測システムの両方を用いた併行観測を継続し、信頼性の検証を行うとともに、陸上側においてさらなる高度化を実施する。

2-3については、三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの予備光ファイバおよび新潟県粟島周辺に設置されている海底ケーブル地震観測システムのファイバによるDAS観測を引き続き行い、計測方式の異なるDAS計測装置の比較や、連続観測に適したシステムの開発研究を引き続き実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

塩原　肇（東京大学　地震研究所）, 篠原　雅尚（東京大学　地震研究所）, 望月　公廣（東京大学　地震研究所）, 山田　知朗（東京大学　地震研究所）, 一瀬　建日（東京大学　地震研究所）, 悪原　岳（東京大学　地震研究所）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学　地震研究所

電話：03-5841-8287
e-mail：shio@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：塩原肇
所属：東京大学　地震研究所

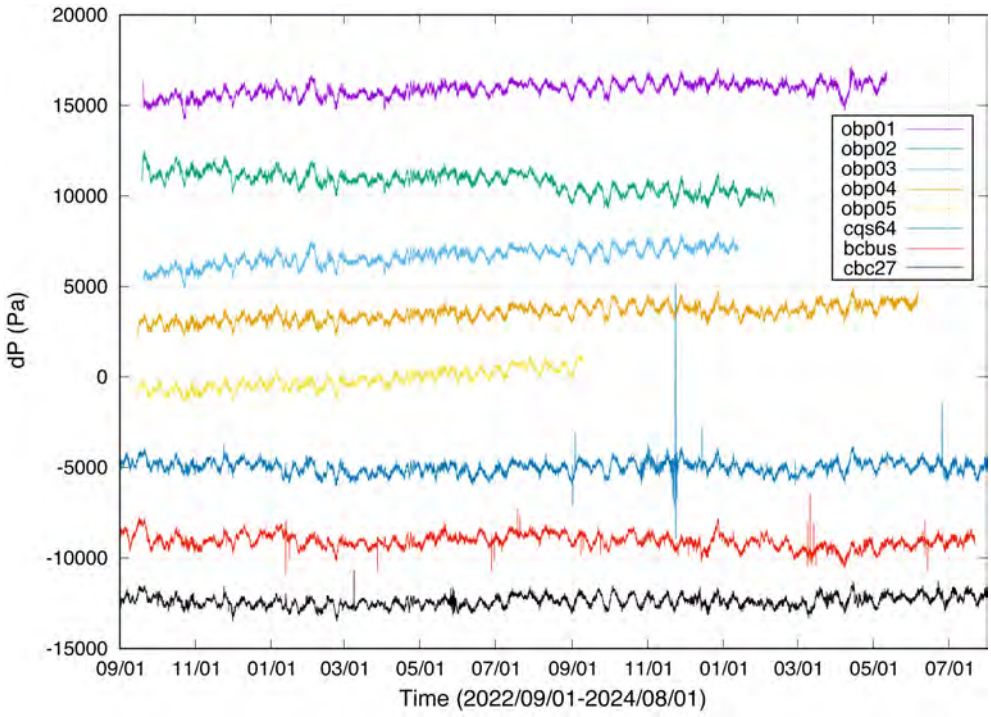


図1　カナダバンクーバー島南西沖でのOBPアレイ観測データ処理
2024年に回収した5台のOBP観測データ(obp01~obp05)に対して、ローカルな海洋変動の影響を取り除く手段として、全海洋モデル(hycom)による海面高変動データから、各OBP地点での時系列データを取り出し、差分を取ることを検討中。OBPデータに加えて、ONCの海底ケーブルシステムに在る海底水圧計3点(cqs64, bcbus, obc27)のデータも同様に処理している。ここで表示しているのはbaytapによる潮汐成分を除去した段階の圧力変動波形。

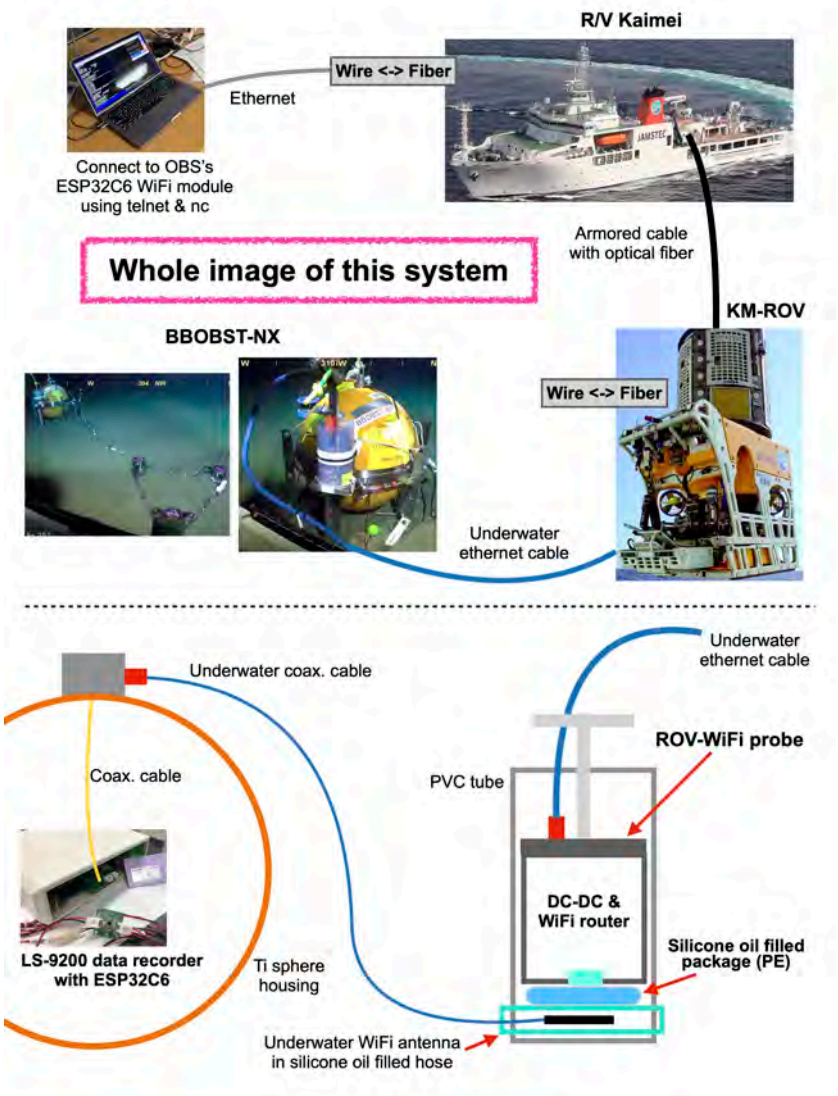


図2　BBOBST-NXに追加した水中WiFi通信機能の実地試験
かいめいKM25-11航海にて、日向灘での長期BBOBSアレイ観測を開始したが、その中心で4年間設置するBBOBST-NXに、観測中のデータをROVで一部回収可能とする水中WiFi通信機能を装備し、実地試験を行った。

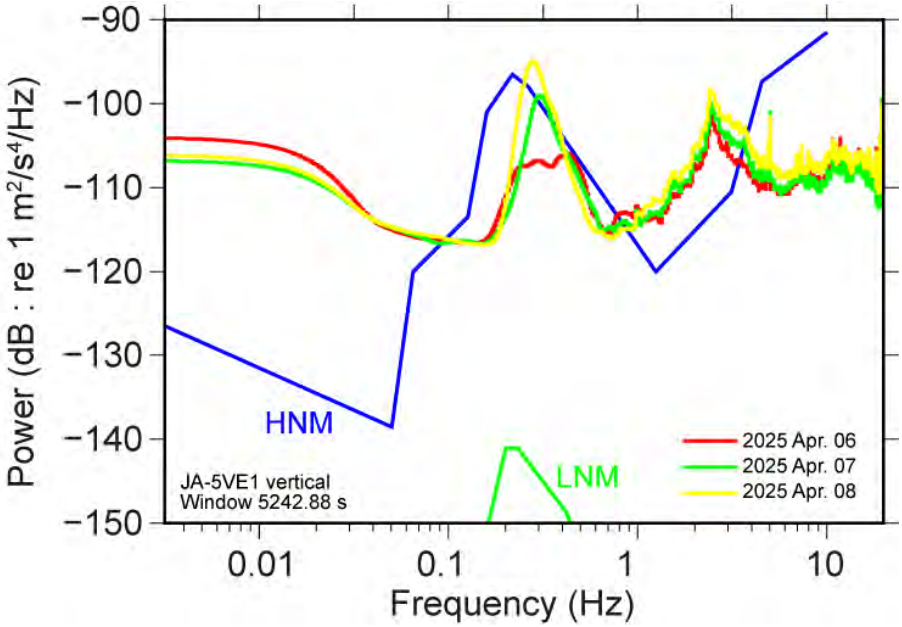


図3　小型サーボ型加速計(JA-5VE1)で観測されたノイズスペクトル
2025年4月に地震研究所において行った評価試験観測により得られた地震学的ノイズスペクトル。それぞれの日の午前0時から約1.5時間分の記録を用いて、スペクトルを計算した。High Noise Model(HNM)とほぼ同じレベルとなり、他の地震計を用いた観測と調和的である。

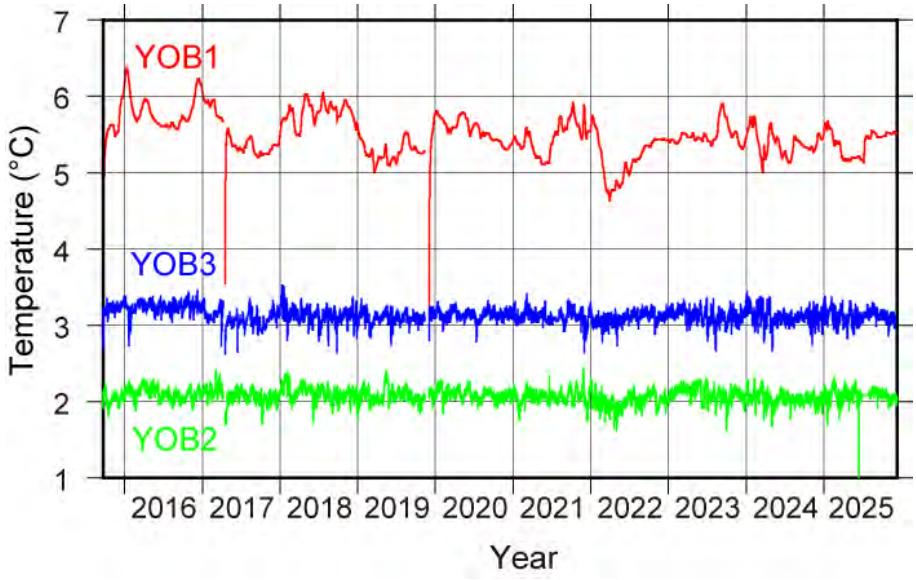


図4　新システムに搭載している水圧計の長期温度変化
2015年に設置した三陸沖ICT海底光ケーブル式地震津波観測システムに取り付けられている3台の圧力計について、圧力計が計測している温度の30分平均値を計算した。2025年7月に供給電流を0.8Aに増加させたことに対応して、最も陸寄りのYOB1の圧力計は温度が約0.5℃上昇した一方、YOB2、YOB3の圧力計では温度変化が見られない。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_22

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）光ケーブル式海底観測システムと分散型音響センシング技術による海域地震観測・解析技術の開発

（英文）Development of observations and data analyses using distributed acoustic sensing and seafloor optical cables

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

光ファイバセンシング技術の一つであり、振動を計測する分散型音響センシング（Distributed Acoustic Sensing、以下DAS）は、近年様々な分野で応用され始めている。地震関係分野では、資源探査のための構造調査に多く利用されており、地震観測にも適用され始めている。この計測は、光ファイバー末端からレーザー光のパルスを送出し、光ファイバー内の不均質から散乱光を計測し、その変化から、振動を検出する方法である。光ファイバーに沿って、時空間的に密な観測を実施できることが特長である。国内では、地震津波観測システムとして過去に設置された海底光ケーブル観測システムのうち、使用可能な光ファイバがあるシステムでこれまでに観測が行われている。例えば、地震研究所が1996年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムは、伝送路である海底ケーブルに予備の光ファイバがあり、この予備光ファイバに、DAS計測を適用することによって、空間的に高密度の海底地震観測が実施できることがわかっている。海洋研究開発機構でも室戸岬沖に「海底地震総合観測システム」として敷設された光ケーブルを用いた試験観測を進めるとともに、地方自治体や民間が所有する通信用海底ケーブルを用いた観測にも取り組んでいる。DAS観測が生成するデータは莫大なものであり、定常観測を行うためには、引き続き、解析技術も含めた技術開発が必要である。本研究課題では、現在利用可能な海底ケーブルシステムにDAS技術を適用して、稠密な海底地震観測を定常的に行うシステムを開発すると共に、このシステムを用いて観測域の地殻活動を把握することを目的とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

海底ケーブルシステムの設置に大きな費用がかかるために、海底ケーブルを用いる観測技術開発を行う本研究課題では、対象を現在設置済みの海底光ファイバを用いた地震津波観測システムを対象とする。現在設置されているケーブル観測システムにおいても、分散型音響センシング(DAS)技術による計測は専用の光ファイバを必要とするために、使用していないまたは予備の光ファイバを含むシステムを用いて、技術開発を進める。DAS技術による地震観測は、数ｍの間隔で、数十kmにわたり、データを得ることができることが特長である。しかしながら、DAS技術による地震観測は単位時間あたりに生成されるデータ量が莫大なものであり、定常的に観測を実施するためには、莫大なデータを適切取り扱う技術開発やデータから情報を抽出する解析技術開発が必要である。現在、国内において定常的なDAS観測を行っている例もあり、その技術を発展させることで、国内でDAS計測可能な既存システムを用いて定常観測を実施する。一方、現在S-netやDONETなどのケーブル観測システムが稼働しており、これら従来の海底地震津波観測システムからのデータと併合処理することにより、地殻活動を高精度に把握する解析手法も開発する。DASはファイバ軸方向の成分のみを観測していることから、従来の地震計との併合処理が有益である。以上を達成するために、本研究課題では主たる開発項目を、

・既設の光ケーブル式海底観測システムを用いたDAS技術による地震観測データの評価
・定常的観測を実施するためのデータ量低減技術の開発
・稠密データから必要な情報抽出するデータ処理技術の開発
・DASデータと従来の観測網データの併合処理による高精度解析技術の開発

とする。さらに、システムが構築できた場合には、DAS観測システムによる地殻活動の高精度モニタリングを実施する。また、大学・研究機関が所有する地震津波観測システム以外の海底ケーブルのファイバの利用や、広帯域地震・地殻変動の観測が期待できる光ファイバ計測技術についても広く検討を実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

近年、光ファイバ自身をセンサとして用いる光ファイバ分散型音響センシング(DAS)計測が実用化され、地震観測に用いられている。沈み込み帯における地殻活動モニタリング観測は、数年以上の長期観測が必須である。DAS計測は膨大なデータを発生することから、現状の計測システムでは定常的な連続観測が困難である。そのため、DAS計測の特性を活かした長期観測システムを構築する必要がある。本年度は、DAS計測による定常的な地震観測を可能にすべく市販のDAS計測装置の測定部分を利用して長期観測可能なシステムを開発した。

地震モニタリング観測には、数年以上の観測期間が必要であるが、現在のDAS計測システムの生成するデータは膨大であり、データが大量であることを利用して適切な時空間データでシメーションにより、データ量を減少させる。また、日本国内での地震観測データは国内独自フォーマット(WINフォーマット)が用いられている(卜部・束田、1992)。一方、DAS計測器は、大量データ向けの国際標準フォーマット(HDF5フォーマット)を用いている。本年度は、DAS計測装置には既存計測装置を利用し、計測装置から出力される膨大な波形データを処理するシステムの開発を行った。このシステムは、1)データ量軽減処理、2）リアルタイムデータ伝送、 3) リモートデータ閲覧およびリモートデータ蓄積の3つの機能を持つ(図1)。伝送に用いるネットワーク回線容量に適したデータ量とするために、時空間について、データ量軽減処理(デシメーション処理)を行った。観測中は、計測器がHDF5フォーマットのデータを一定時間毎に出力する。そこで、このHDF5ファイルを読み込み、観測データを空間方向に重合し、時間方向にフィルターをかけ、データを間引くプログラムを作成した。デシメーション処理を施した後、WIN形式のデータに変換し、インターネット回線を用いて伝送する。HDF5ファイルは３０秒間隔で生成されるので、30秒強の遅延が発生することとなる。伝送されたデータは、winシステムのプログラム群によって、処理可能である。DASは高密度データであり、画像としたデータ表示や独自のデータ表示を行うこととして、表示プログラムを作成した。

東京大学地震研究所が所有する三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの拡張用の予備ファイバを用いてDAS計測を試験的に実施し、DAS計測が地震観測として適していることを確認した(Shinohara et al., 2022)。開発した伝送システムを三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムを用いたDAS観測に適用した。試験観測では、チャンネル間隔10 m、ゲージ長100 m、サンプリング周波数100 Hz、チャンネル数10,000で、常時DAS計測を行い、データは30秒間のHDF5のファイ

ルとして、陸上局のディスク装置に保存した。開発したシステムのプログラムは、DAS計測システムが、ファイルを作成次第、データを読み出し、100 ch毎にデータを取り出し、計100 chのデータを作成する。サンプリング周波数の変更は行っていない。その後、データはwinフォーマットとして、インターネット光回線により、東京大学地震研究所に設置されているう受信サーバに送られ、データを蓄積する(図2)とともに、準リアムタイムでのデータ表示を行っている。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

現在利用可能な海底ケーブルシステムにDAS技術を適用することにより，稠密な海底地震観測を定常的に行うシステム開発に利する基礎的なデータを得ると共に、DAS観測による観測域の地殻活動把握に貢献する観測が実施できた。また、防災技術に活用するための基礎データも取得している。本年度は、DAS観測データの縮減処理を行い、准リアムタイムでwin形式でデータ伝送するシステムを開発した。このシステムにより、これまでに開発された多数の処理プログラムが容易に適用可能になり、地殻活動の正確な把握という観点で有益であると考えられる。一方、遅延も生じていることから、今後遅延のない伝送システムの開発が期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Shinohara, M., T. Yamada, S. Fukushima and H. Yamahana, Distributed Acoustic Sensing Observation Using Seafloor Cable Observation System in the Japan Sea, 2025 IEEE Underwater Technology (UT), Taipei, Taiwan, 2025, 1-5, doi: 10.1109/UT61067.2025.10947411, 査読無, 謝辞無

Fukushima, S.,　M. Shinohara, T. Yamada, R. Hino, R. Azuma, Y. Ito, Y. Yamashita and H. Takano, Enhanced P-wave velocity imaging by marine airgun-source seismic surveys with distributed acoustic sensing. Sci Rep 15, 18111, 2025. https://doi.org/10.1038/s41598-025-01190-0, 査読有, 謝辞無

hinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizuki1, and S. Sakai, Seismic observations by distributed acoustic sensing using seafloor cable observation systems around Japanese islands, OCEANS 2025 - Great Lakes, Chicago, IL, USA, 1-7, 2025, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Yamahana, H. and M. Shinohara, Development of GUI software for picking up seismic phases from distributed acoustic sensing records, Japan Geoscience Union Meeting 2025, STT42-12, 29 May, 2025

Shinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizuki1, and S. Sakai, Distributed acoustic sensing seismic observations using fibers on seafloor cable observation systems installed in Japan, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, S05d, AS25-0238, Lisbon, Portugal, 2 Sep. 2025.

Shinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizuki1, and S. Sakai, Seismic observations by distributed acoustic sensing using seafloor cable observation systems around Japanese islands, OCEANS 2025 - Great Lakes, Chicago, IL, USA, 1 Oct. 2025

篠原雅尚、光ファイバーセンシング計測が拓く超高密度海底地震観測、地震調査研究推進本部30周年特別シンポジウム、2025年10月14日

Shinohara, M., Z. He, S. Tanaka, and H. Otsuka, High performance seismic observation by distributed acoustic sensing using off-Sanriku geophysical cable observation system,

Seismological Society of Japan 2025 Fall meeting, S02-07, 21 Oct. 2025

Shinohara, M., S. Aoi, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, and M. Mochizuki, Distributed acoustic sensing observation for seismic activity in westernmost Nankai trough region using N-net offshore system, AGU-FM 2025, S13A-04, 15 Dec. 2025

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

現在設置済みの海底光ファイバを用いた地震津波観測システムを対象とした研究を継続する。DAS観測システムによる地殻活動の高精度モニタリング実施の検討に必要なデータの取得、解析方法の開発を実施する。また、DAS技術による地震観測データを適切取り扱う技術開発やデータから情報を抽出する解析技術開発も実施する。最終的には、効果的な定常観測システムの開発に向けて、これらを観測及び技術開発を進める。具体的には、

・既設の光ケーブル式海底観測システムを用いたDAS技術による地震観測データの評価
・定常的観測を実施するためのデータ量低減技術の開発
・稠密データから必要な情報抽出するデータ処理技術の開発
・DASデータと従来の観測網データの併合処理による高精度解析技術の開発

を引き続き、実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚（東京大学地震研究所）, 塩原肇（東京大学地震研究所）, 望月公廣（東京大学地震研究所）, 山田知朗（東京大学地震研究所）, 悪原岳（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

荒木英一郎（海洋研究開発機構）, 尾鼻浩一郎（海洋研究開発機構）, 青井真（防災科学技術研究所）, 功刀卓（防災科学技術研究所）, 武田哲也（防災科学技術研究所）, 藤原広行（防災科学技術研究所）, 中村洋光（防災科学技術研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：篠原雅尚
所属：東京大学地震研究所

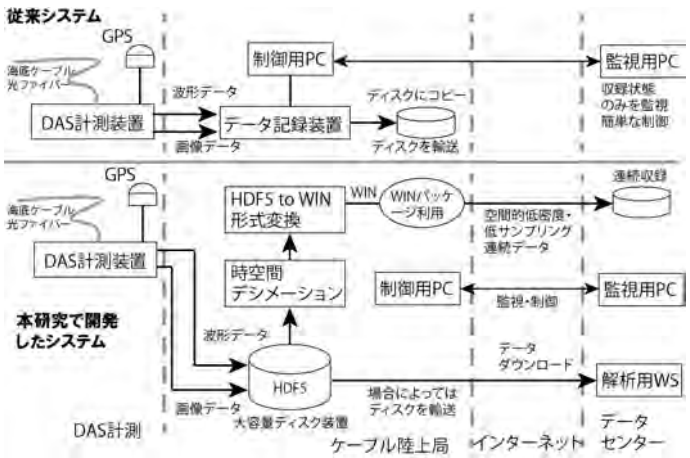


図1　開発したデータ量縮減処理・伝送システム
試験観測では、チャンネル間隔10 m、ゲージ長100 m、サンプリング周波数100 Hz、チャンネル数10,000で、DAS計測を行い、30秒毎にHDF5のファイルとして、陸上局のディスク装置に保存した。HDF5ファイルが作成され次第、データを読み出し、100 ch毎にデータを取り出す。サンプリング周波数の変更は行っていない。その後、データはwinフォーマットとして、インターネット回線により、受信サーバに送られる。

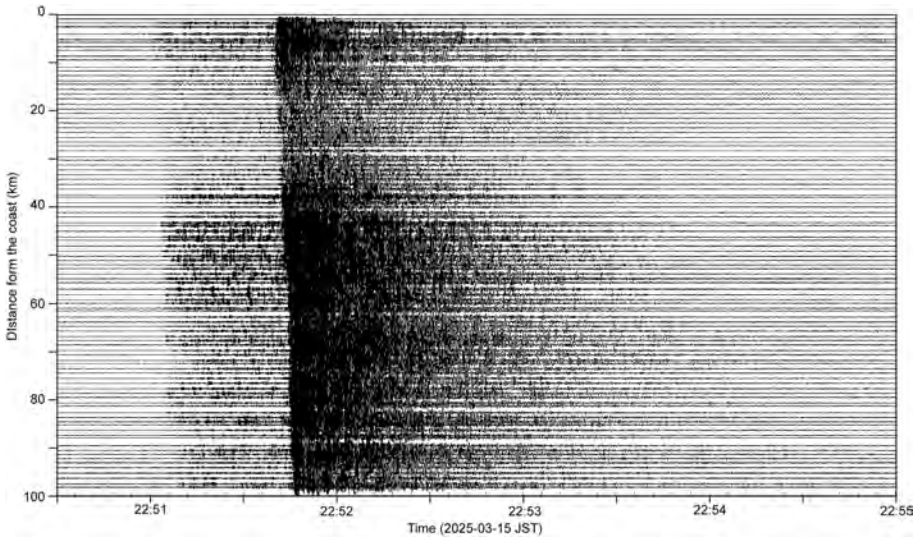


図2　開発したデータ処理・伝送システムにより、収録された地震波形
開発したデータ処理・伝送システムにより、三陸沖光ケーブル観測システムにより観測され、地震研究所に伝送された地震のDASデータ。WINパッケージを用いてデータ伝送され、win形式で保存されている。2025年3月15日22時50分頃(日本時間)に北海道南部深さ約140 kmで発生したマグニチュード4.2の地震。

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_23

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）次世代WINシステムの開発

（英文）Development of the next generation WIN system

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

ア. 観測基盤の整備

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震・地殻変動等の時系列データの伝送や検測処理に広く用いられているWINシステムは、大学等の基幹システムとして開発から30年以上にわたって使い続けられている。観測項目の多種化、A/D性能の向上、観測点数の増大、伝送手段の多様化と高速広帯域化などにより、現状ではデータ集配信や収録が効率的に行えていない場合がある。そこで、本課題では、WIN形式データのリアルタイム伝送が機関の枠を超えた全国規模のデータ流通の基盤となっていることを踏まえ、現在から近い将来の観測技術や情報通信環境に最適化したデータフォマットの提案やデータ伝送システムを試作し、その普及を目指す。また、近年、機械学習等に代表される最先端の情報理工学を用いたデータ処理手法が数多く開発、提案されている。しかし、計算機環境に大きく依存するなど汎用性や安定性に欠けるものも散見される。本課題では、自動処理系システムの一部にこれらの最先端技術を取り入れるような自動処理の高度化について検討を行う。さらに、これまで試作を進めてきたマルチプラットフォーム対話型検測プログラムは機能強化や不具合修正を行い、その普及を進める。大学等のデータ生産・流通の現場に、IoT技術をキャッチアップしたより扱いやすく多機能なソフトウェア群を導入することで、システム構築・維持管理労力やデータ収集・処理労力の軽減を図るほか、多項目観測データを横断した処理、最先端の研究活動の活性化、迅速な情報発信に向けた研究につながると期待される。

（6）本課題の５か年計画の概要：

WINシステムのプログラムは、伝送処理系ソフトウェア群と、対話検測処理系ソフトウェア群に大別できる。本課題では伝送処理系ソフトウェア群や伝送プロトコルの開発を進めながら、自動処理系ソフトウェア群への最新技術の取り込みや対話検測処理系ソフトウェア群の機能強化を行う。必要に応じて近年および将来の観測環境に対応できるように、WINフォーマット（波形やチャネル情報）の拡張や2次データ（検測情報や震源情報等）の共通フォーマット化も検討する。

具体的には、伝送処理系ソフトウェア群は、データフォーマットと通信プロトコルの検討と実装を行う。現行WINシステムでは、データフォーマットには、チャネルIDの枯渇、チャネル数の非常に多いデータのファイルサイズ、1秒パケットが基本であるが故に秒未満への分割等の扱い、多項目データの格納等の課題が生じている。通信プロトコルについても、再送要求の適切な制御、高サンプリングデー

タの適切な伝送、データの正常性の担保、高速ネットワークの効率的な利用、低速ネットワークの確実なデータ伝送等の課題がある。これらの課題を解決する新しい伝送処理系ソフトウェアを構築する。また、自動処理系ソフトウェア群や対話処理系ソフトウェア群には、機械学習をはじめとする最新技術を研究者が必要に応じてアドオン的に取り込めるように、データファイルの入出力を共通化する仕組みの構築を検討する。さらに関連して、海外で広く使われているデータフォーマットの取扱いも検討する。
令和6年度においては、伝送系システムの課題抽出と仕様検討、機械学習ソフトウェア等に関する情報収集と評価、対話検測処理系ソフトウェア群の機能強化を行う。令和７-10年度においては、伝送系システムのフォーマットと基本プログラムの試作、機械学習ソフトウェア等の自動処理系システムへの連携、対話検測処理系ソフトウェア群の機能強化を実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は、主に伝送系システムのフォーマット検討、対話検測処理系ソフトウェアの機能強化を行なった。
伝送系システムにおいては、現行WINシステムが開発から30年で直面している諸課題についてデータフォーマット及び伝送プロトコルの面から確認した。
データフォーマットでは、チャネルID不足、秒以下の時刻表現、現行WINが想定していないサンプリングレートへの対応等が課題として挙げられた。このうち、チャネルIDは、卜部（2013）や植平・他（2020）の考え方に沿って拡張する具体案が示された。すなわち、現行WINで将来拡張用として予約されているチャネルIDであるFF00からFFFEを用いて、それに続く数値列を拡張チャネルIDとして使用することとし、5種類の拡張パターンが提案された。例えば、DASのような超稠密観測向けには64bit長のチャネルIDが有効と考えられた。一方で、多チャンネルとなった場合のチャネルIDの割り当て方法、伝送及び解析ソフトウェアにおける実装等についてさらなる議論が必要との意見も示された。
伝送プロトコルでは、データパケットの適切な分割（特に高サンプリングレート時）、エラー検出符号の導入、再送制御の高度化等が課題として挙げられた。これらに対応するため、チャネルIDの拡張等を含むデータフォーマット案が示された。
対話検測処理系ソフトウェアにおいては、メカニズム解計算プログラムとしてMecaga（伊藤, 2005）を新たに採用した。このプログラムは、初動極性から遺伝的アルゴリズムによりメカニズムを推定するもので、WINのpickファイルを読み込むインタフェースを備えており、前課題及び本課題で開発してきた対話検測処理系ソフトウェアとも親和性が高い。これまで採用していたHASH (Hardebeck and Shearer, 2002)は入出力インタフェースのみを提供していたが、Mecagaはソースコードも含めて提供可能となり、利用者の利便性向上が期待される。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

全国規模のデータ流通及びデータ処理で広く用いられているプログラムについて、その近代化と機能向上が着実に進んでいる。観測データを利用した研究がより簡便かつ活発に行われるとともに、データ伝送や処理技術の進展によって観測そのものの高度化・効率化が期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

中川茂樹・青山裕・高橋浩晃・前田拓人・内田直希・山本希・鶴岡弘・青木陽介・前田裕太・大見士朗・中道治久・大久保慎人・松島健・八木原寛・汐見勝彦・植平賢司・上田英樹・青木重樹・大竹和生・山本剛靖・本多亮・関根秀太郎, 2025, マルチプラットフォーム次世代WINシステムの開発, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT41-P04

中川茂樹, 2025, 次世代WINシステムの開発（第２期）に向けて, 日本地震学会2025年度秋季大会, P02-07

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和８年度は、伝送系システムについて試作と試験を継続する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中川茂樹（日本列島モニタリング研究センター）, 鶴岡弘（日本列島モニタリング研究センター）, 青木陽介（日本列島モニタリング研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

青山裕（北海道大学）, 高橋浩晃（北海道大学）, 前田拓人（弘前大学）, 内田直希（地震火山研究連携センター）, 山本希（東北大学）, 前田裕太（名古屋大学）, 大見士朗（京都大学）, 中道治久（京都大学）, 大久保慎人（高知大学）, 松島健（九州大学）, 八木原寛（鹿児島大学）, 汐見勝彦（防災科学技術研究所）, 植平賢司（防災科学技術研究所）, 上田英樹（防災科学技術研究所）, 清本真司（気象庁）, 大竹和生（気象庁地磁気観測所）, 木村一洋（気象研究所）, 本多亮（神奈川県温泉地学研究所）, 関根秀太郎（地震予知総合研究振興会）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中川茂樹
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_24

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）最先端の情報科学に基づく固体地球観測データ解析技術・モデリング技術の開発研究
（英文）Development of data analysis and modeling techniques for solid Earth science based on state-of-the-art information science

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題の目的は、固体地球科学と情報科学の専門家の緊密な連携に基づき、最先端の情報科学技術の固体地球科学分野への浸透を加速させることにより、超大容量データ・超大規模モデル時代に即したデータ解析技術およびモデリング技術を開発することである。地震火山観測研究計画（第3次）の5か年で、本課題では情報科学技術に基づき、地震波形データからの地震・低周波微動（以下、微動）検出をはじめとする観測データ解析技術を刷新し、地震・微動活動推定や地球内部構造推定をはじめとするモデリング技術の深化をねらう。具体的には、(A)深層学習に基づく地震波形連続データからの地震・微動検出技術、(B)深層学習による画像認識技術に基づく地震波形画像データからの地震・微動検出技術、(C)機械学習に基づく地震・微動の時空間分布推定技術、(D)転移学習とデータ同化に基づく地球内部構造モデリング技術を実施する。研究項目(A)では、稠密な地震観測がもつ豊かな空間相関情報を活かしたイベント検出技術や、SN比が極めて小さな観測データからのイベント検出技術を深化させる。研究項目(B)では、現代の地震波形データだけでなく、昔の地震計によって地震波形が紙に直接記録された古記録も対象とし、解析可能な時間軸を大幅に拡大することにより、地震・微動カタログの充実を図る。研究項目(C)では、研究項目(A)(B)で自動検出された地震・微動からそれらの時空間分布を推定する手法を開発し、地震発生確率の長期評価に新たな情報をもたらすことを目指す。研究項目(D)では、地震波形や地球内部構造の巨視的類似性を活かし、転移学習に基づく他地域で構築された地下構造モデルからのモデル構築技術や、そのモデルと対象地域で得られた観測データから高精度かつ高速に地下構造を推定するデータ同化技術の確立を目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題における5か年計画は、以下の通りである。令和6年度は、各研究項目(A)～(D)を実現するためのアルゴリズムの検討およびそれを具体的に実装するための準備研究を実施する。令和7年度は、研究項目(A)(B)においては地震・微動を検出するための深層学習モデルの開発を、研究項目(C)においては地震・微動の時空間モデリング手法の開発を、研究項目(D)においてはデータ同化手法の開発を、それぞれ実施する。令和8年度は、各研究項目において開発した手法を実データへ試験適用し、その性能評価に基づいて手法の改良を行う。令和9年度は、各研究項目において開発した手法の実データへの本格的な適用を実施し、手法を完成させる。令和10年度は、各研究項目における論文出版を行うとともに、開発した手法の公開および既存システムへの実装に向けた検討を実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度は、地震連続波形データからの地震関連現象の検出に資する数多くの情報科学技術を開発した。具体的には、(1)地震波検測深層学習モデルSegPhase、(2)不確実性評価付き初動極性判定深層学習モデルPoViT-UQ、(3)低周波微動テンプレート自動生成アルゴリズムYOSO、(4)訓練データとは異なる地域の少数データに基づく転移学習アルゴリズムが挙げられる。(1)～(4)に関しては、国際誌にて発表したほか、開発したコードをGitHub上にて公開した。また、(5)昔の地震計によって得られた歴史地震記象から地震関連現象を検出するための深層学習モデル構築と学習データ生成に着手した。5か年の到達目標に照らし合わせ、その達成に向けて順調に研究計画を進めている。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

上記(1)～(4)は、地震連続波形データから地球内部起源の振動現象を抽出し、地震・火山噴火現象を解明するための基礎データセットを構築する極めて重要な基盤技術である。また上記(5)は、解析対象の時間軸を過去に大きく延長することにより、長期データを必要とする低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明に大きく貢献する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Tokuda, T. and H. Nagao, 2025, Two-stage approach for earthquake detection using multiple clustering-based classification, Geophys. J. Int., 243(3), doi:10.1093/gji/ggaf400, 査読有, 謝辞有

Mendo-Pérez, G., H. Nagao, and Y. Terada, 2025, RMS and hierarchical agglomerative clustering to build template event catalogs of tectonic tremors, Seismol. Res. Lett., doi: 10.1785/0220240392, 査読有, 謝辞有

Katoh, S., H. Nagao, and Y. Iio, 2025, PoViT-UQ: P-wave polarity and arrival time determination using vision transformer with uncertainty quantification, Geophys. J. Int., 243(1), ggaf324, doi:10.1093/gji/ggaf324, 2025, 査読有, 謝辞有

Katoh, S., Y. Iio, H. Nagao, H. Katao, M. Sawada, and K. Tomisaka, 2025, SegPhase: Development of arrival time picking models for Japan’s seismic network using the hierarchical vision transformer, Earth Planets Space, 77, 118, doi:10.1186/s40623-025-02249-y, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Nagao, H., S. Ito, T. Tokuda, G. Mendo Pérez, S. Katoh, and T. Kusui, 2025, Towards Integration of Data Assimilation and State-of-the-Art Information Science Techniques for Seismology, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-1423

Katoh, S., Y. Iio, H. Nagao, H. Katao, M. Sawada, and K. Tomisaka, 2025, Development of Arrival Time Picking Models for Japan’s Seismic Network Using the Hierarchical Vision Transformer, Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society 2025, SE18-A011

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は、前年度に開発した手法の実データへの試験適用を実施する。具体的には、上記(1)〜(4)を訓練データには用いられていない海域の地震波形データに適用し、性能評価を行った上でモデル改良を行う。また、上記(5)を煤書き記録に適用して地震や低周波微動の検出を試み、性能評価を行った上でモデル改良を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

長尾 大道（東京大学地震研究所）, 小原 一成（東京大学地震研究所）, 加藤 愛太郎（東京大学地震研究所）, 鶴岡 弘（東京大学地震研究所）, 中川 茂樹（東京大学地震研究所）, 伊藤 伸一（東京大学地震研究所）, 福島 孝治（東京大学大学院総合文化研究科）, 今泉 允聡（東京大学大学院総合文化研究科）
他機関との共同研究の有無：有
寺田 吉壱（大阪大学大学院基礎工学研究科）, 森川 耕輔（大阪大学大学院基礎工学研究科）, 内田 雅之（大阪大学大学院基礎工学研究科）, 矢野 恵佑（統計数理研究所）, 加納 将行（東北大学大学院理学研究科）, 廣瀬 慧（九州大学マス・フォア・インダストリ研究所）, 松井 秀俊（滋賀大学データサイエンス学部）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/people/nagaoh/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：長尾 大道
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_25

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）沿岸域における地震活動モニタリング手法の開発

（英文）Development of seismic monitoring method in coastal areas

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

イ. 内陸地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

高精度な震源分布を得る為には、震源域直上に地震計を配置した地震観測を行うことが望ましい。しかし、沿岸浅海域は、通常の自己浮上式海底地震計が利用できず、地震観測が困難な地域であった。最近、そのような地域での観測を可能にする浅海用係留ブイ方式海底地震計が開発され、酒田市沖で発生したM6.7の地震や珠洲市北岸沖で発生したM6.5の地震後に沿岸域で活発化した地震活動を把握する目的で使用され、一定の成果を得た。このことは、 今後、これまで観測困難な地域であった沿岸浅海域に地震観測網を構築し、陸域地震観測網と統合することで、浅海域を含む沿岸域においても地震活動のモニタリングを高精度に実施できることを示す。そこで、科研費、前災害軽減計画等により、珠洲市の沿岸浅海域に設置された浅海用係留ブイ方式海底地震計で取得されたデータ、珠洲市に於いて継続して取得している陸域臨時テレメータ観測点データ、珠洲市に於いて取得されている臨時オフライン観測点データと定常観測点データを用い、沿岸域における震源分布をこれまで以上に高精度で把握する地震活動モニタリング手法の開発を行う。開発した手法を用い、テレメータ観測点データを使用した沿岸域における地震活動モニタリングシステムを構築する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度においては、珠洲市北部の沿岸域における高精度な震源分布を得る為に必要となる観測点補正値や地下の地震波速度構造を得る為に最適な地震波速度構造解析手法を検討し、令和4年6月28日から珠洲市において継続して取得している臨時テレメータ観測点データと定常観測点データ及び珠洲市に於いて既に取得されている臨時オフライン観測点データを使用した解析を実施する。 珠洲市に設置した臨時テレメータ観測点を維持し、定常観測点で得られるデータも使用した自動地震検出処理による群発地震活動モニタリングシステムを構築する。令和７-10年度においては、珠洲市に設置した臨時テレメータ観測点を維持し、令和6年度に得た観測点補正値と地震波速度構造、臨時テレメータ観測点と定常観測点のデータを使用した群発地震活動のモニタリングを実施する。年度毎に観測される地震の走時データを追加した解析を実施し、観測点補正値、地震波速度構造の精緻化を図る。また、モニタリングによって得られる震源の位置決定精度を評価し、必要に応じて臨時観測点を設置する。このような観測点配置の検討、解析に使用する速度構造モデルの高精度化を図ることで、震源分布をさらに高精度に把握できるようになり、 新しい地震活動モニタリング手法の開発に繋げることが期待で

きる。また、このような観測、解析手法の評価を行い、沿岸域における高精度な震源分布を得る為に必要な観測機器の機能向上や新たな観測・解析手法を提案する。本観測計画の実施期間中に国内の沿岸域で顕著な地震が発生した場合には、先行した前震活動やその後の地震活動の把握を行う。必要に応じて海陸境界域に臨時地震観測網を構築し、本課題を達成する為の知見を得る。

(7) 令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

能登半島に設置した臨時テレメータ観測点を維持し、定常観測点で得られるデータも使用した自動地震検出処理による群発地震活動モニタリングシステムの構築を進めた。令和６年能登半島地震震源域最西端の志賀町西方沖沿岸浅海域に2024年に設置した浅海用係留ブイ方式海底地震計で取得したデータ、陸域臨時観測点データと定常テレメータ観測点データを用い、志賀町沿岸域における高精度な震源分布を得る為に必要となる観測点補正値や地下の地震波速度構造を得ることを目的とした地震波速度構造解析を開始した。得られた観測点補正値や地震波速度構造を使用し、テレメータ観測点データでの検測値のみを使用して得られた震源分布を、テレメータ観測点データと臨時オフライン地震点データの両方を用いて得られた震源分布と比較すると、同様な特徴を示す。このことは、沿岸域において、適切な観測点補正値や地震波速度構造を使用することで、沿岸域における臨時オフライン観測点データが無い期間でも高精度な震源分布が得ることが可能であることを示す。

2025年8月20日～12月17日まで、能登半島西岸の志賀町・輪島市地域に臨時地震観測点を9カ所に設置し、連続波形データを収録した。今回の設置場所は2007年および2011、12年、2024年に臨時地震観測を行ったことがある地点から選定した。既に得られている観測点補正値を使用することで沿岸域における高精度な震源分布を得ることを目的とし、過去に推定された2007年能登半島地震の震源域の構造が，時間の経過に従って変化しているのかを明らかにすることを目指す。

2022年9月から12月にかけて取得した能登半島北東部での東西および南北群列地震観測データからP波スペクトルを求め、近接して発生した2つの地震のスペクトル比を取ることによってそれらの地震の震源近傍のQ値の推定を行った。その結果、群発地震の震源域のQ値は7～32程度と見積もられ、流体の存在が示唆された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

これまで観測困難な地域であった沿岸域に地震観測網を構築し、陸域地震観測網と統合することで、沿岸域における地震活動を把握することは、6(1)で示された「これまで成し得なかった領域における観測や高分解能観測を実施」に整合し、6(1)イで示された「海域での地震・地殻変動観測の高度化のため、超深海を含む海域で、陸上と同等な広帯域地震観測を機動的に行う技術の開発」に貢献するものである。また、沿岸域で発生する地震は津波の発生を伴う可能性があり、海域活断層との対応関係を考察することが重要である。そのような地域での震源分布を高精度でモニタリングする為の観測・解析手法の検討は、災害の軽減に貢献するための知見を得る為に非常に重要である。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

蔵下英司・酒井慎一・津村紀子・篠原雅尚, 2025, 令和6年能登半島地震震源域最西端における海陸統合地震観測, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-P11.

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地震：短周期地震観測
概要：能登半島西部の臨時地震観測
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：石川県志賀町・輪島市 37.17603 136.7689

調査・観測期間：2025/8/20-2025/12/17
公開状況：公開留保中（協議のうえ共同研究として提供可）

（10）令和８年度実施計画の概要：

能登半島に設置した臨時テレメータ観測点を維持し、2025年度に得た観測点補正値と地震波速度構造、臨時テレメータ観測点と定常観測点のデータを使用した群発地震活動のモニタリングを実施する。能登半島西部では、2026年度も2025年度と同じ地点で4か月間程度の臨時地震観測を実施する。追加される地震の走時データも使用した解析を実施し、観測点補正値、地震波速度構造の精緻化を図り、沿岸域における高精度な震源分布を得る為に必要となるモニタリング手法の検討を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

蔵下英司（東京大学地震研究所）, 篠原雅尚（東京大学地震研究所）, 加藤愛太郎（東京大学地震研究所）, 中川茂樹（東京大学地震研究所）, 石山達也（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
酒井慎一（東京大学大学院情報学環）, 津村紀子（千葉大学大学院理学研究院）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：蔵下英司
所属：東京大学地震研究所

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_26

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）データ流通網の高度化
（英文）Upgrading of waveform data distribution network

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（4）その他関連する建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（5）本課題の５か年の到達目標：

全国の陸域，海域および火山周辺に設置された地震・地殻変動などの各種観測網から得られるデータを即時的に流通させるシステムを運用・維持・高度化し，全国の観測研究のデータ流通基盤を整備する．

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題で取り扱うデータ流通網は，基本的に実施機関および共同研究機関の運営費交付金によって運用・維持されるものである．5カ年を通して，SINETやJGNなどの高速広域ネットワークを利用したデータ流通網 JDXnet の安定的な運用とその機能の高度化を行う．
（１）災害時に強いデータ収集・中継システムの維持とその拡張
（２）データ蓄積機能を包含するデータ流通システムの開発
（３）接続機関の拡大
（４）データ流通ワークショップの開催

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
地震観測データ流通網JDXnetの安定的な運用を継続した．また，柏にて接続された東京大学情報基盤センターの大規模並列計算機を利用したリアルタイム地震データ解析の開発を引き続き継続した，令和8年3月26日にデータ流通ワークショップを開催予定である．長野・松江DCに設置しているルータ更新を令和8年3月中に交換する予定である．MQTTプロトコルを採用したWINシステムの追加プログラムを活用したWINフォーマット対応のリアルタイム波形表示システムの開発を行なった．．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
リアルタイム地震データ流通プロトコルの開発を進めることによりリアルタイム地震解析システムのための共通基盤が構築される．このようなプラットフォームによりデータ流通が安定して実施できるようになる．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

鶴岡弘，2026, MQTT対応WINによるリアルタイム表示システムの開発, 東京大学地震研究所技術研究報告, No31, p1-12, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

地震観測データ流通網JDXnetの安定的な運用を継続する．長野・松江DCのスイッチ・ケーブル等を含めた機器の更新を実施する．新たなデータ流通プロトコルの負荷テストを継続実施するとともに，今後のデータ流通の構成の検討等を進める．また，データ流通ワークショップを開催する．

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

鶴岡　弘（日本列島モニタリング研究センター）, 中川　茂樹（日本列島モニタリング研究センター）
他機関との共同研究の有無：有

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鶴岡弘
所属：日本列島モニタリング研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：ERI_27

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）研究成果共有ﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽの構築とデータ公開の推進

（英文）The development of the database of the research results and the promotion of the public use of the data

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
イ. 考古データの収集・集成と分析
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
イ. 内陸地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
イ. 津波の事前評価手法
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法

イ. 津波の即時予測手法
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
火山
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備
イ. 観測・解析技術の開発
ウ. 地震・火山現象のデータ流通
(2) 推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

(5) 本課題の５か年の到達目標：

観測研究計画で得られる観測データや共通構造モデル・解析結果・地質資料・ソフトウエア・履歴情報・アンケート結果などの貴重な観測データやメタデータ情報などを共有し、無理なく長期保存する制度的・技術的な仕組みを検討・構築する．これらの重要なデータを将来にわたって共有・公開できる仕組みや体制について検討する.

(6) 本課題の５か年計画の概要：

関係機関や諸外国で運用されているデータベースの状況調査を行い、観測研究の特性にあったデータポリシー，メタデータフォーマット，データ規格等を検討する以下の項目の検討・制作・運用を実施する.
･DOI識別子付与を含め、永続的にデータを保持管理する仕組みを検討する.
･データベースサーバを無理なく運用する制度的な仕組みを検討する.
･データベースサーバの技術的な仕様を検討し，データベースサーバの製作を行う.
･サーバを試験運用し，技術的・運用面での課題を検討して本格運用を目指す.

(7) 令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
研究成果共有システムの運用について戦略室が中心となって継続して実施した．実際のシステム運用は，企画部の学術支援職員と戦略室教員及び課題担当者にて実施した．部会内や部会間・総合研究グループ間連携を促進するための共有オンラインストレージ（Nextcloud）を継続して運用した．また、サーバ更新に伴い，戦略室WIKIのバージョンアップ作業を行なった．令和6年度における観測や開発したソフトウェア等のメタ情報の整理を行なった.

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

複数データベースを連携できる仕組みの一つであるLinked Open Data (LOD) については実際の地震火山データに適用する検討を進めた．今後この技術により個々のデータベースを有機的に結合できると考えられ積極的に進める必要がある．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

データベースサーバのプロトタイプの開発を進めるとともにこれまでの観測データや開発されたソフトウェア等の公開を引き続き継続する．

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

鶴岡　弘（日本列島モニタリング研究センター）, 山崎　健一（地震火山研究連携センター）
他機関との共同研究の有無：有

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鶴岡弘
所属：日本列島モニタリング研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：GSI_01

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）測地学的手法によるプレート境界の歪みの蓄積・解放の把握手法の高度化
（英文）Advancing evaluation methods for monitoring strain accumulation/release at plate boundaries by geodetic methods

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(2) 首都直下地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

海溝型地震の素過程である歪みの蓄積過程・解放過程について、大地震後の余効変動の補正、高頻度で発生する短期的スロースリップの補正等の課題を解決しつつモニタリングを実施し、日本のプレート境界の広域にわたって歪みの蓄積・解放過程を明らかにする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

電子基準点データを用いてプレート間のすべりの推定を継続的に実施し、ゆっくりすべり等のプレート間で発生する現象を適時的に把握する。あわせてプレート間すべりの推定において課題となっている、大地震後の余効変動の補正の適用、高頻度で発生する短期的スロースリップの補正の適用など、手法の改良を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

Suito (2017)、水藤 (2017) の成果に基づき、東北地震および熊本地震の余効変動を補正した。さらに、九州・四国西部域では東北地震前の定常変動を地殻変動データから差し引き、四国東部～紀伊半島南部では 2017 年 1 月～2019 年 1 月のトレンドを、志摩半島～東海域では 2020 年 7 月～2022 年 7 月のトレンドを補正したうえで、南海トラフ沿いのスロー地震（SSE）を解析した。

その結果、東海地方では 2022 年頃から SSE が発生し、2026 年 1 月時点で累積モーメントは M6.8 に達し、現在も継続していることが分かった（図 1、2）。志摩半島では 2024 年半ば頃から SSE が始まり、2026 年 1 月時点で M6.3 程度に達しているように見える。紀伊半島南部の SSE は 2020 年頃から発生しており、2026 年 1 月時点で M6.3 に達している（図 1、2）。四国中部では2019 年頃に SSE が開始し、2025 年 1 月までに M6.6 に達したのち、終息している。

また、2024 年 8 月 8 日の日向灘地震および 2025 年 1 月 13 日の日向灘地震の余効すべりは、いずれも震源域の中心より浅部を中心とした領域と、本震の深部延長部で発生しており、2026 年 1 月には累積で Mw 7.3 に達している（図 1、2）。

2024 年の日向灘地震では、種子島沖および大隅半島沖で SSE が誘発され、その後も複数回のイベント的すべりが発生したとみられる。2025 年の日向灘地震では、日向灘北部で SSE が誘発され、そ

の後もイベント的すべりが生じている。
なお、本課題は計画通り実施された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

南海トラフ沿いのゆっくりすべりの時空間変化がNetwork Inversion Filterにより調べられた。解析上の工夫により、長期間にわたって安定的にゆっくりすべりをモニタリングすることが可能になったため、建議6. (1) イの目的達成に向けて貢献した。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

S. Ozawa, H. Munekane, H. Sutio, H. Yarai, Science 26 Jun 2025: Vol 388, Issue 6754 pp. 1401-1405 DOI: 10.1126/science.adu7076., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

相模トラフ領域まで解析領域を広げて、2026年データの解析を引き続き行う予定である。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

地理地殻活動研究センター地殻変動研究室
他機関との共同研究の有無：無

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地理地殻活動研究センター 研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：https://www.gsi.go.jp

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：坂部真一
所属：国土地理院地理地殻活動研究センター

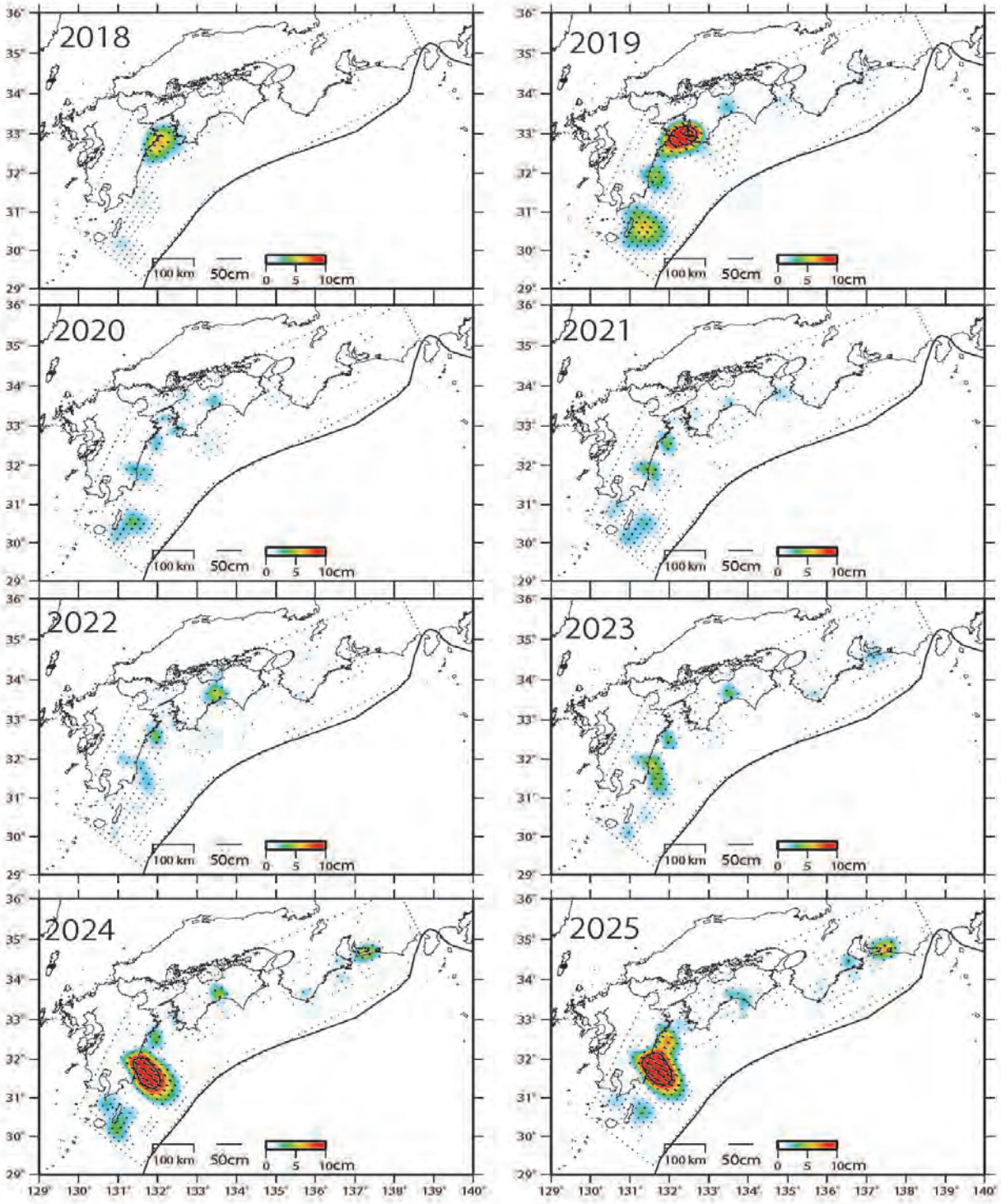


図 1

図1 南海トラフ沿いのゆっくりすべりのすべり分布の時間変化

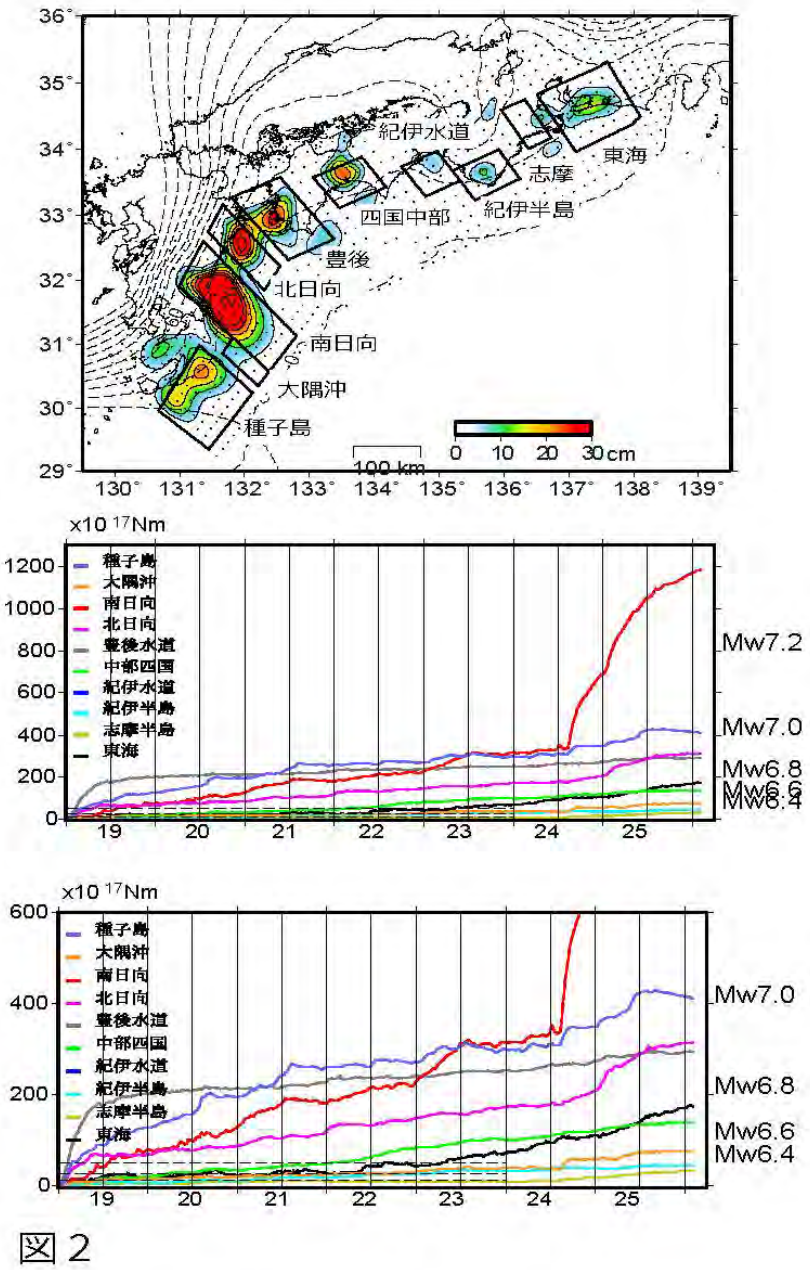


図 2

図2 南海トラフ沿いのゆっくりすべりのモーメントの時間変化

令和７年度年次報告

課題番号：GSI_02

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）GNSS連続観測網の継続・拡充・高度化
（英文）Continuation, expansion, and enhancement of GEONET

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

地殻変動の監視基準となる国際地球基準座標系の算出に貢献するとともに、GEONETによる地殻変動連続観測を着実に継続し、日本列島全域の地殻変動・火山活動のモニタリングの高度化をさらに推進することを目指す。また、災害関連情報の迅速な発表に貢献するために、地殻変動を迅速に高い時間分解能で観測し解析するシステムの構築・高度化を目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

・全国において、GNSS連続観測点を平均20キロメートル間隔の配置として維持するとともに、観測を継続する。必要に応じて、重点的な観測地域において観測点密度を考慮した観測体制の充実を目指す。
・準天頂衛星システム「みちびき」の活用・最新の国際地球基準座標系の準拠により、GEONETの解析手法の高度化を図る。
・国際GNSS事業（IGS）解析センターとして、GNSS精密暦を継続的に提供し、IGS暦や国際地球基準座標系の算出に貢献する。
・GNSS連続観測による日本列島全域の地殻変動・火山活動のモニタリングを定常的に行い、得られた結果は防災情報への活用のため速やかにホームページなどで公表するとともに、地震調査委員会、火山調査委員会等に報告する。
・地殻変動を即時的・高時間分解能で把握可能な、電子基準点リアルタイム解析システムの高度化を行う。
・様々な汎用的な機器を用いた民間等のGNSS観測点のデータも取り込み活用することができる地殻変動観測システムの開発を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
・平均20km間隔でのGNSS連続観測が可能となるよう、電子基準点のデータ取得率99.5％以上を維持した。

・配点密度を考慮し、電子基準点の再配置について検討を実施した。
・最新の国際地球基準座標系に準拠したGEONET解析手法を開発し、2026年4月から正式公開予定。
・IGS解析センターとして、GNSS精密暦を継続的にIGSに提出した。
・日本列島全域の地殻活動・火山活動のモニタリングを着実に実施した。得られた結果は速やかにHPから公開するとともに、地震調査委員会・火山調査委員会等に報告した。
・電子基準点リアルタイム解析システムの高度化のため、不確かさが評価可能な新たな断層推定手法に移行した。また、測位解析部にリアルタイムPPPを試験導入した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
・観測基盤の整備に対し、電子基準点の配点密度を考慮した再配置検討や、解析精度の向上、データの多様性化など、着実に貢献を進めており、今後も観測基盤の整備を進めていく。
・精密暦の提供を継続することで、IGSにおける精密暦の精度担保に貢献した。今後も引き続き精密暦分野での国際協力を進めていく。
・観測基盤の整備・維持は災害の軽減に向けても欠かせないものであり、観測基盤の整備・維持、モニタリングの着実な継続、地殻変動把握の高度化等を経て貢献していく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

橋本繭未・宮崎隆幸・村上真亮・髙松直史・若杉貴浩・中川弘之，2025，ITRF2020に準拠した電子基準点日座標値の精度評価，日本地球惑星科学連合2025年大会，SGD02-P08.

阿部聡・髙松直史・橋本繭未・宮崎隆幸・大野圭太郎・横川正憲，2025，新しい「電子基準点日々の座標値（F5.1解）」の試験公開，測位航法学会全国大会2025研究発表会，1.2.

宮原伐折羅・小暮聡・秋山恭平・阿部聡，2025，IGS解析センターへの参画による測地学への貢献，日本測地学会第144回講演会，42.

吉永光樹・宮崎隆幸・阿部聡・秋山恭平・河手香織，2025，IGS解析センター「JGX」によるマルチGNSS軌道プロダクトの生成運用，日本測地学会第144回講演会，54.

阿部聡・橋本繭未・大野圭太郎・山本理久・宮崎隆幸・横川正憲，2025，新しい電子基準点日々の座標値（F5.1解）の精度評価，日本測地学会第144回講演会，55.

高田大成・阿部聡・兒玉篤郎・撹上泰亮・横川正憲・川元智司・宮原伐折羅，2025，安定基盤の提供に向けたGEONETデータへのDOI付与，日本測地学会第144回講演会，56.

阿部聡，2025，IGSプロダクトの安定提供を目指して，GPS/GNSSシンポジウム講演会，1.13.

宮原伐折羅・小暮聡，2025，今後の展望-GNSSコミュニティへの貢献，IGS Workshop-，GPS/GNSSシンポジウム講演会，1.14.

大野圭太郎・阿部聡・橋本繭未・山本理久・宮崎隆幸・横川正憲，2025，新しい電子基準点日々の座標値（F5.1解）の公開，GPS/GNSSシンポジウム研究発表会，OS-5.

高田大成・撹上泰亮・兒玉篤郎・阿部聡・横川正憲，2025，GEONETデータへのDOI付与，GPS/GNSSシンポジウム研究発表会，OS-6.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

・全国の電子基準点の維持・管理を継続し、平均20km間隔でのGNSS連続観測を維持、加えて再配置の検討の継続と再配置の着手をするとともに、地震・火山活動の基盤観測網として高い可用性を提供する。
・引き続き電子基準点日々の座標値やREGARD、精密暦の高精度化・安定化、IGS解析センターの安定的な運用を進める。
・GEONETによる日本列島全域の地殻活動や火山活動の定常的なモニタリングを継続し、得られた結果は防災情報への活用のため速やかにホームページ等で公表するとともに、地震調査委員会・火山調査委員会等に報告する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

測地観測センター 電子基準点課, 測地観測センター 地殻監視課, 地理地殻活動研究センター 宇宙測地研究室
他機関との共同研究の有無：有
東北大学大学院理学研究科

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地理地殻活動研究センター 研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：http://www.gsi.go.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：坂部真一
所属：国土地理院地理地殻活動研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：GSI_03

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）衛星SAR等による地殻変動監視

（英文）Crustal deformation monitoring by satellite-mounted SAR and other geodetic techniques

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震や火山活動に伴う地殻変動を詳細に把握することにより、地震や火山活動のメカニズムの解明や被害軽減に貢献する。また、海外の地震や火山も対象とした解析を通じ、地震や火山噴火の長期予測に貢献する。

中長期な視野に立った観測基盤の整備や更新により、日本列島とその周辺海域に展開される地殻変動観測網などの観測基盤を維持・強化する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

ALOS-2やALOS-4の国内SAR衛星データを使用して日本全国のSAR干渉解析及び干渉SAR時系列解析を定常的に実施し、日本国内における定常的な地殻・地盤変動を把握するとともに、異常の早期検知に貢献する。また、国内外で地震が発生した際や火山活動が活発化した際には、詳細に地殻変動を把握することを目的として緊急解析を実施する。さらに、高頻度かつ３次元的な地殻変動把握を目的として、海外SAR衛星データの活用を検討する。

我が国の測量の基準となる座標系の維持及びプレート運動の監視を目的として、石岡VLBI観測施設において、IVSの年間計画に基づき国際VLBI観測を実施し、ITRFの構築・維持に貢献するとともに、世界中のVLBIデータを用いたグローバル解析を実施する。

地震防災対策強化地域などを対象に定期的に水準測量を実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

日本全域の定常的な地殻・地盤変動を把握するため、ALOS-2及びALOS-4の観測データを用いてSAR干渉解析及び干渉SAR時系列解析を行った。国内の火山を対象とした解析結果は、火山調査委員会において火山活動の評価に活用された。

国内外で発生した地震や火山活動に伴う地殻変動を検出するため、ALOS-2及びALOS-4の観測データを用いて緊急解析を実施した。国内で発生した地震では、青森県東方沖の地震（2025年12月８

日、M7.5）、鳥取県東部の地震（2026年１月６日、M6.4）において解析を行った。このうち、青森県の地震において、地震に伴う地殻変動が検出された（図１）。国内の火山活動では、2024年５月頃から火山活動が活発化した岩手山において、継続的に解析を実施し、大地獄谷周辺及び岩手県西部において衛星に近づく変動を検出するとともに，その時間変化も把握することができた（図２）。また、火山活動の活発化が見られた霧島山、桜島、草津白根山、硫黄島、諏訪之瀬島の５火山について緊急解析を実施した。その結果、霧島山の新燃岳火口内の変化や、硫黄島の千鳥ヶ浜に出現した火口の様子が捉えられた。国外で発生した地震では、ミャンマーの地震（2025年３月28日（UTC）、M7.7）、カムチャツカ半島付近の地震（2025年７月30日（UTC）、M8.8）において解析を行った。その結果、ミャンマーの地震ではザガイン断層に沿って南北400km以上にわたる地殻変動、カムチャツカ半島付近の地震では１mを超える東向きの変動が検出された（図3、図４）。これらの結果は、国土地理院のHPで公開するとともに、地震調査委員会、火山調査委員会等の関係機関に報告を行った。さらに、アメリカ航空宇宙局（NASA）とインド宇宙研究機関（ISRO）が共同開発し、2025年７月に打ち上げられたSAR衛星「NISAR」の観測データの活用に向け、解析手法の検討・開発を実施した。

2025年の国際VLBI事業（IVS）の観測計画に基づき、石岡VLBI観測施設（以下、「石岡局」という。）においてVLBI国際協働観測を380回実施した。これらのデータを 1980 年以降世界中で観測されたVLBIデータとともに全球的に解析し、観測局位置とその変化を求めた。石岡局について、観測開始以降約10年間の観測データから、水平２成分、鉛直成分ともに約0.5mmの位置決定精度（標準偏差）で局位置が求められた。また、石岡局の水平速度は約19.4mm/年（方位角136 ˚方向）であった（図５）。これは、通常のプレート運動の成分に東北地方太平洋沖地震の余効変動を含んでいるものと考えられる。

日向灘を震源とする地震（2024年８月８日、M7.1）に伴う水準測量（路線長121km）を実施した。また、防災対策地域（路線長872 km）、地盤沈下関連等の地域（路線長571 km）において水準測量を実施した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

ALOS-2及びALOS-4のSARデータを用いた全国定常解析、地震や火山活動時の緊急解析を実施し、地殻変動の観測基盤の維持に貢献している。

定常的な地盤・地殻変動を監視することにより、災害につながる異常の検出に貢献し、地震や火山活動に伴う地殻変動を把握することで、災害時の対応や発生メカニズムの解明に貢献する。これらを通じて、災害の軽減に貢献するものである。

今後も観測技術の高度化や観測基盤の整備を進め、地盤・地殻変動を把握するための観測を着実に進める。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ichimura, M., K. Mikihara, M. Ishimoto, T. Kobayashi, H. Munekane, 2025, Ground deformation after the 2015 phreatomagmatic eruption at Kuchino-Erabujima Volcano, Japan detected by InSAR time series analysis with ALOS-2 data, Earth Planets Space 77, 155, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02293-8., 査読有, 謝辞無

小林知勝・宗包 浩志・石本 正芳, 2025, 人工衛星から視る令和6年能登半島地震の地殻変動と断層運動,活断層研究, 62, 11-15, https://doi.org/10.11462/afr.2025.62_11., 査読有, 謝辞無

石本正芳,2025,国土地理院における衛星SARを用いた地殻・地盤変動の監視，地震ジャーナル，79， 78-82, 79, 78-82, https://doi.org/10.60191/eqj.2025.79_78., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

市村美沙・田中もも・中島正寛・上芝晴香・石本正芳・栗原忍・姫松裕志・宗包浩志・小林知勝, 2025, ALOS-2/4観測データにより捉えられた岩手山における2024年の地殻変動, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P07.

中島正寛・上芝晴香・田中もも・市村美沙・石本正芳・栗原忍・姫松裕志・服部晃久・小林知勝・本岡毅, 2025, ALOS-4の観測データを用いたSAR干渉解析, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT40-P01.

姫松裕志・宗包浩志, 2025, だいち2号による2025年ミャンマー地震に伴う地殻変動観測, 日本地球惑星科学連合2025年大会, O12-P01.

小林知勝・宗包浩志, 2025, 長期ペアを組み合わせた干渉SAR時系列解析で捉えた中・長期的な火山性地殻変動, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT40-08.

服部晃久・小林知勝, 2025, LバンドSAR干渉画像における山岳地域の斜面に生じる位相差の定量的評価に向けた試み, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT40-P02.

Kobayashi, T., M. Ishimoto, Y. Himematsu, A. Hattori, M. Ichimura, M. Nakashima, H. Ueshiba, M. Tanaka, B. Miyahara, 2025, L-band SAR-based nationwide land deformation monitoring in Japan: application of ALOS-2/-4 satellites, Scientific Assembly of the International Association of Geodesy (IAG 2025), 155.

Kobayashi, T., H. Munekane, 2025, L-band-based InSAR with long temporal baseline for detection of medium- to long-term volcanic crustal deformation, The 9th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2025), WeSh1_04.

Himematsu, Y., T. Kobayashi, A. Hattori, M. Nakashima, H. Ueshiba, M. Tanaka, M. Ichimura, M. Ishimoto, 2025, Validation of ALOS-4/PALSAR-3 Data For Monitoring Ground Deformation, The 9th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2025), WeLe_P16.

市村美沙・室山怜太郎・中島正寛・上芝晴香・ 雨貝知美・若杉貴浩・石本正芳・宗包浩志, 2025, ALOS-2/4による霧島山新燃岳の火山活動監視, 日本火山学会2025年度秋季大会, P69.

姫松裕志・宗包浩志, 2025, GNSS・SARによる2015年以降の八幡平・岩手山における地殻変動の時空間変化, 日本火山学会2025年度秋季大会, P14.

室山怜太郎・市村美沙・中島正寛・上芝晴香・雨貝知美・若杉貴浩・石本正芳, 2025, ALOS-4 の観測データを用いた火山活動監視, 日本測地学会第144回講演会, P29.

小林知勝, 2025, SARによる地殻・地盤変動計測の進展とこれから ―だいち、だいち２号 そして、だいち４号へ―, 第54回国土地理院報告会.

若杉貴浩, 2025, 「だいち4号」を活用した地殻・地盤変動監視の高度化と測量への活用に向けた取組, 第54回国土地理院報告会.

小林知勝, 2025, 第31回：人工衛星を利用した地震・火山研究～ レーダーを使った地震・火山の地殻変動研究 ～, 東京大学地震研究所サイエンスカフェ.

小林知勝, 2025, パネルディスカッション「衛星観測データの実利用 ～これまでの歩みと未来へのヒント～」, JAXA 地球観測データ利用30年記念シンポジウム.

室山怜太郎・市村美沙・中島正寛・上芝晴香・雨貝知美・若杉貴浩・石本正芳, 2025, 「だいち４号」を活用した地殻・地盤変動監視と地盤沈下調査への活用に向けた取組, 令和７年度国土交通省国土技術研究会.

松本紗歩・橋本果歩・石垣真史・栗原忍・原哲也, 2025, 国土地理院におけるVLBIグローバル解析, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SGD02-P09.

Hashimoto, K., H. Furui, M. Ishigaki, T. Wakasugi, T. Hara, 2025, Progress of Full Automated Correlation Process for VGOS-INT-B/C at Tsukuba Correlator/Analysis Center, The 10th International VLBI Technology Workshop.

堀草子・荒木詩乃・橋本果歩・古居晴菜・石垣真史・菅原安宏・若杉貴浩, 2025, GENESISプロジェクト参加に向けた石岡VLBI観測施設における衛星トラッキング試験の状況, 日本測地学会第144回

講演会, P06.

古居晴菜・橋本果歩・石垣真史・若杉貴浩, 2025, 国際VLBI事業（IVS）における相関処理比較実験への参加報告, 2025年度VLBI懇談会シンポジウム.

荒木詩乃・堀草子・橋本果歩・古居晴菜・石垣真史・菅原安宏・若杉貴浩, 2025, ITRF構築に対する石岡測地観測局の貢献, 2025年度VLBI懇談会シンポジウム.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

ALOS-2、ALOS-4の観測データを用いて日本全国のSAR干渉解析及び干渉SAR時系列解析を定常的に実施し、日本国内の定常的な地殻・地盤変動を監視する。また、国内外で地震が発生した際や火山活動が活発化した際には、緊急解析を実施する。さらに、海外SAR衛星データを用いた干渉解析を実施し、精度検証を行う。

石岡VLBI観測施設において、IVSの年間計画に基づき国際VLBI観測を実施するとともに、世界中のVLBIデータを用いたグローバル解析を実施する。

地震防災対策強化地域などを対象に定期的に水準測量を実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

測地部　宇宙測地課, 測地部　測地基準課, 地理地殻活動研究センター　地殻変動研究室

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地理地殻活動センター　研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：https://www.gsi.go.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：坂部真一
所属：国土地理院地理地殻活動研究センター

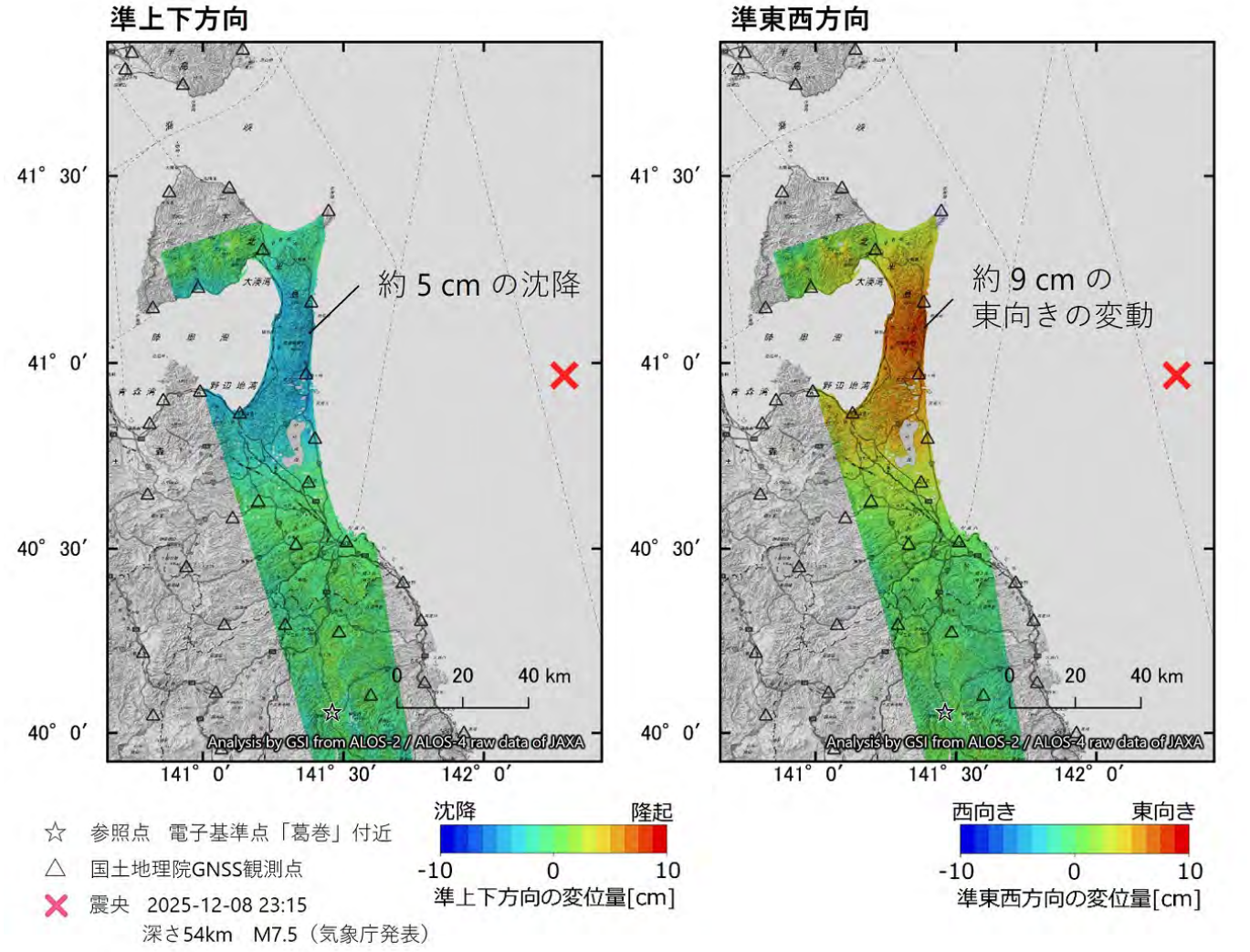


図１　ALOS-2及びALOS-4の観測データを用いた青森県東方沖の地震に伴う地殻変動
（2.5次元解析結果（左：準上下成分、右：準東西成分））

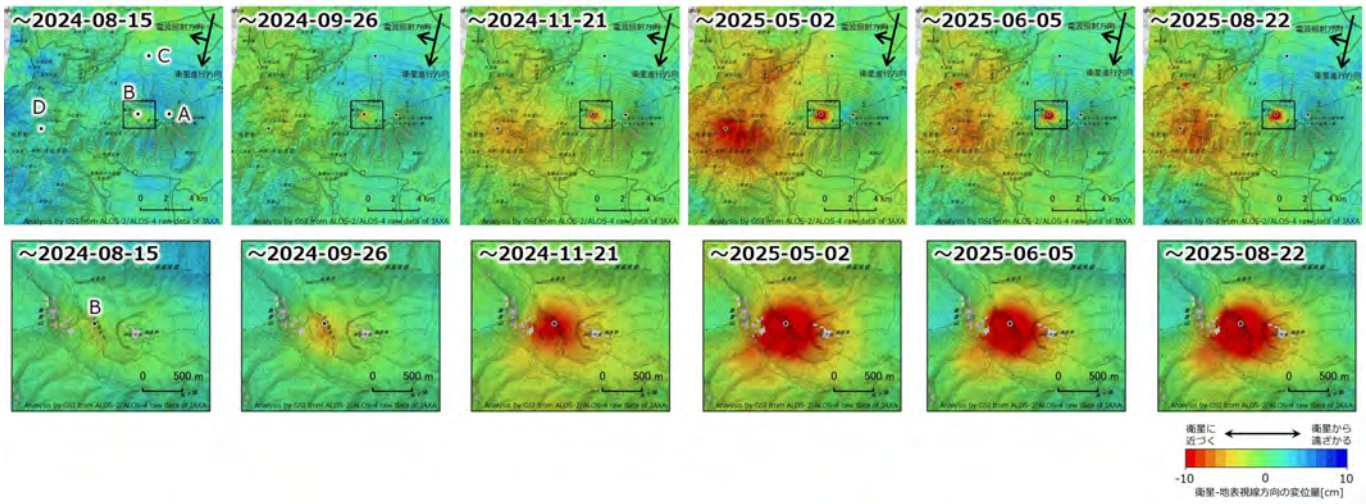
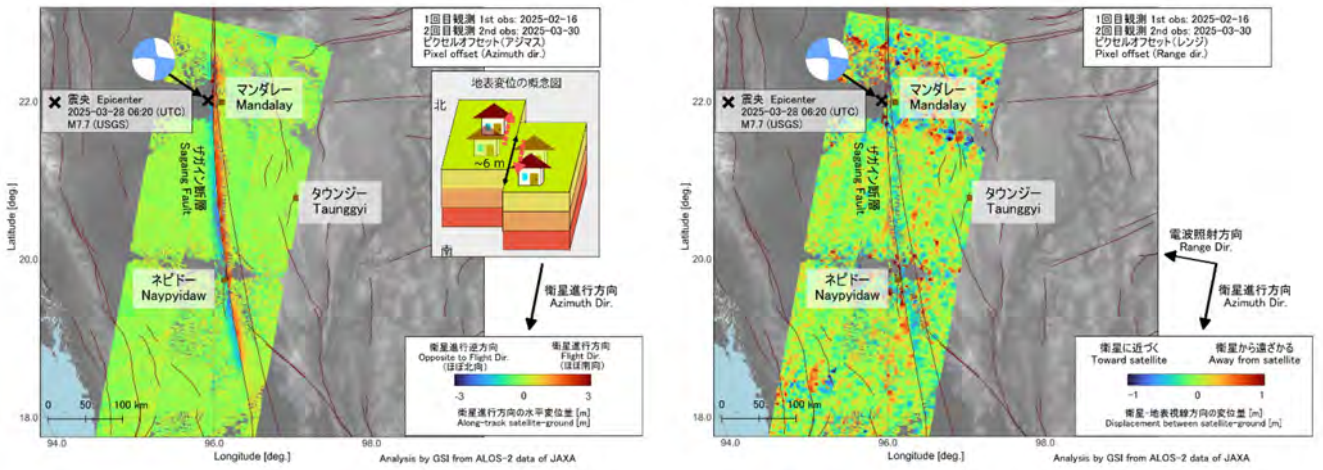
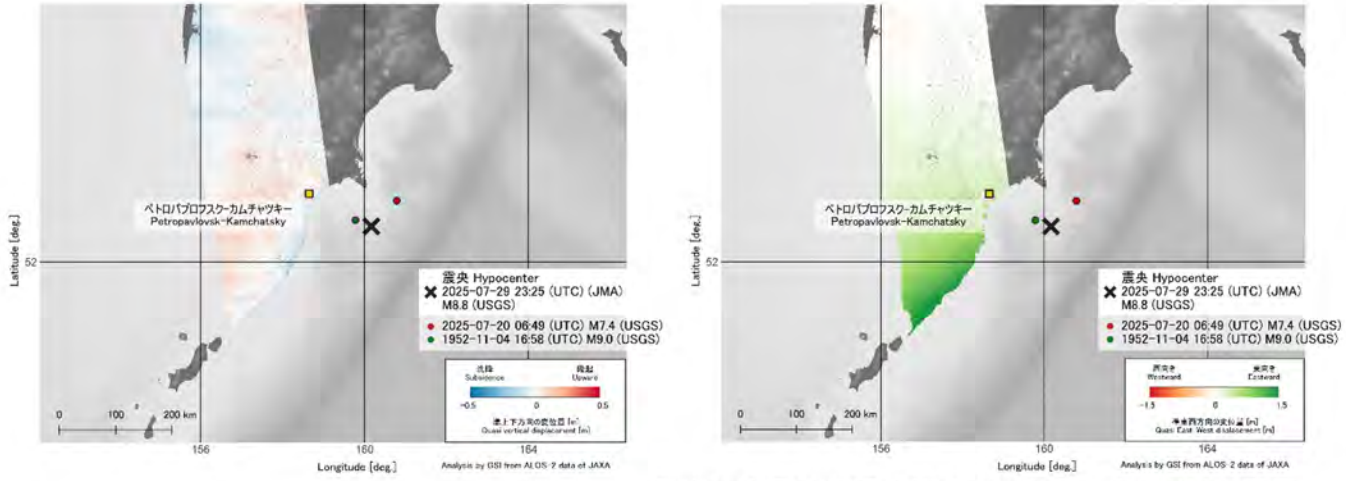


図２　ALOS-2及びALOS-4の観測データを用いた岩手山の火山活動に伴う地殻変動
（干渉SAR時系列解析で得られた岩手山周辺の2023年11月からの変位量、
下段は大地獄谷周辺の拡大図）



震央は米国地質調査所（USGS）ウェブサイト、断層線はStyron et al. (2020)より引用

図３　ALOS-2の観測データを用いたミャンマーの地震に伴う地殻変動
（ピクセルオフセット解析結果（左：アジマス方向、右：レンジ方向））



震央は米国地質調査所（USGS）ウェブサイトより引用

図４　ALOS-2の観測データを用いたカムチャツカ半島付近の地震に伴う地殻変動
（2.5次元解析結果（左：準上下成分、右：準東西成分））

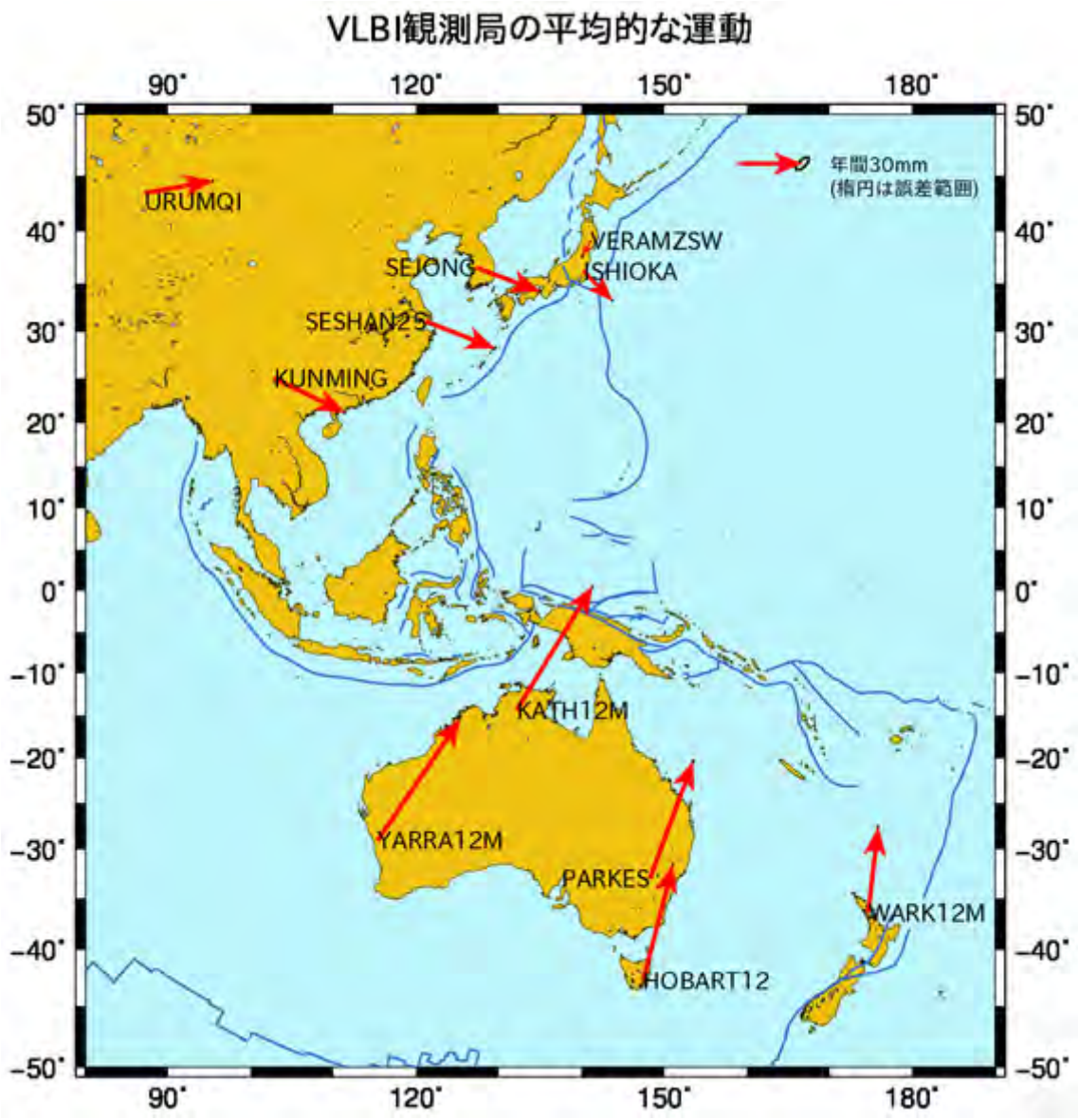


図５　VLBI観測データの解析により得られたアジア・オセアニア地域のVLBI観測局の水平速度

令和７年度年次報告

課題番号：GSI_04

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）航空機SAR観測
（英文）Observation by airborne SAR

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

航空機SARを利用して、全国の活動的な火山における火口等を年間数箇所ずつ毎年観測し、噴火前後の地形情報を蓄積する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

全国の活動的な火山を対象に、過去の観測状況や地形変化を勘案しつつ、航空機SARによる観測を年間数箇所の周期で実施し、火口付近の地形を明らかにするとともに最新の地形情報を蓄積する。また、活発な噴火活動によって災害が発生した際には、噴火前後の地形変化を明らかにする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

全国の活動的な火山について、航空機SARによる観測を３火山で実施した。

そのうち霧島山（新燃岳）については、令和７年３月30日に噴火警戒レベルが３に引き上げられたことを受けて、「噴火時等のSAR 観測・運用スキーム」に基づく航空機SAR観測の検討を開始し、令和７年５月15日に観測を行った。その後、平時（令和２年10月３日）の観測結果との比較を行い、火口付近における顕著な地形変化は見られない旨を、令和７年５月20日に「噴火時等のSAR 観測・運用スキーム」及び「火山調査研究推進本部」の関係機関に情報共有した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

航空機SAR観測を行うことで、噴火前後の地形変化を明らかにするために必要な地理空間情報の蓄積に貢献した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

全国の活動的な火山について航空機SAR によって観測を実施し、火口付近の地形を明らかにするとともに最新の地形情報を蓄積する。また、活発な噴火活動によって災害が発生した際には、噴火前後の地形変化を明らかにする。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

基本図情報部地図情報技術開発室
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地理地殻活動研究センター　研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：https://www.gsi.go.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：坂部真一
所属：国土地理院地理地殻活動研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：GSI_05

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山・地震防災に資する情報整備
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山防災のために監視・観測体制の充実等の必要がある50火山を中心とした火山の地図データ等の整備・提供を実施する。また、地震災害の軽減に資するため、地形分類情報の整備・提供並びに全国の活断層の詳細な位置及び関連する地形の分布等の情報の整備・提供を実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

国土地理院経費のうち、災害情報整備推進費及び地理空間情報整備・活用等推進費により、火山防災のために監視・観測体制の充実等の必要がある50火山及びその他の活火山について、火山の地図データ等が未整備の火山を対象に、火山基本図及び火山土地条件図を作成し、ウェブサイト等で公開する。また、液状化等の地震災害リスク評価に資するため、全国の平野部のうち詳細な地形分類情報の未整備地域を対象に土地条件図を整備・提供するとともに、全国の活断層について、位置・地形等のデータベースの充実を図る。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

【火山関係】

火山基本図及び同画像データ・数値データに関しては、「硫黄島」、「中之島」の新規作成、「恵山」、「岩木山」、「秋田焼山」、「栗駒山」、「蔵王山」、「安達太良山」、「磐梯山」、「那須岳」、「富士山」、「箱根山」、「伊豆東部火山群」、「霧島山」、「桜島」、「薩摩硫黄島」、「諏訪之瀬島」の更新を実施するとともに、令和６年度に作成した「大雪山」、「八甲田山」、「十和田」の刊行・公開を実施した。このほか、火山基本図に含まれる情報のうち、防災上重要な火山防災関連施設（退避壕等）のデータを、別データセットとして新たに整備した。

火山土地条件図及び同画像データ・数値データに関しては、「恵山」、「鶴見岳・伽藍岳」の火山土地条件調査及び火山土地条件図の作成を実施するとともに、令和６年度に調査・作成した「日光白根山」「弥陀ヶ原」、令和５～６年度に調査・作成した「神津島」の火山土地条件図の刊行・公開を実施した。

【地震関係】

北海道地方や東北地方、山口県の一部の平野部約3,200平方キロメートルの地形分類情報を整備するとともに、令和6年度に整備した能登半島や沖縄県などの平野部を中心とする地形分類情報を土地条件図（数値地図25000（土地条件））として公開した。

また、能登半島北部、青森湾西岸断層帯、津軽山地西縁断層帯、新庄盆地断層帯、長井盆地西縁断層帯、富士川河口断層帯、木津川断層帯、頓宮断層、三峠・京都西山断層帯、有馬－高槻断層帯、六甲・淡路島断層帯、弥栄断層、地福断層・大原湖断層等の活断層の調査を実施するとともに、令和６～７年度に調査した活断層のうち、花輪東断層帯とその周辺「花輪」、大久保断層及び太田断層とその周辺「桐生」、曽根丘陵断層帯とその周辺「塩山」、曽根丘陵断層帯及び糸魚川－静岡構造線断層帯とその周辺「甲府　改訂版」、身延断層及び糸魚川－静岡構造線断層帯とその周辺「身延」、身延断層とその周辺「南部」、能登半島北部の活断層「珠洲」「輪島」「門前」「宇出津」「穴水」「富来」の12面の1:25,000活断層図を公開した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

【火山関係】

火山防災に資する基礎的な地理空間情報として、火山基本図及び火山土地条件図並びにそれらの画像データ・数値データに加え、火山防災関連施設データを整備し、これらの成果を関係機関に対して情報提供するとともに、国土地理院のウェブ地図「地理院地図」や同院ウェブサイトで公開を進めることで、地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開に貢献した。

火山基本図には精密な地形や火山防災関連施設等が表示されているため、火山防災避難計画の立案や噴火時の救助活動等の緊急対策時の基礎資料、平時の図上訓練等の基図としての活用のほか、火山の研究や火山噴火予知等の基礎資料としての活用が期待される。また、火山土地条件図には過去の火山活動によって形成された地形の分布や、その後の風雨や流水等による侵食作用により形成された地形がわかりやすく表示されており、火山噴火に伴う災害の予測や災害対策立案のほか、火山域における豪雨や地震に伴う土砂災害リスクの評価等の火山砂防への活用が期待される。

【地震関係】

液状化等の地震災害リスク評価に資する情報として、土地条件図を整備・刊行するとともに、国土地理院のウェブ地図「地理院地図」での公開を進めることで、地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開に貢献した。

また、地震本部が調査対象としている主要活断層帯のうち、陸域の活断層帯とその周辺を優先して、活断層の詳細な位置や関連する地形の分布等を表示した「1:25,000活断層図」を整備し、地震本部の調査研究の推進に貢献した。

地震に伴う地盤の液状化等の自然災害により生じる被害の多寡は、その土地がもつ性状や地盤条件が深く関わっていることが明らかとなっており、土地条件図（数値地図25000（土地条件））など、土地の成り立ちや性状を示した地形分類情報は、防災・減災対策における災害リスク評価の基礎情報として重要である。また、地震のリスクを検討するうえで重要な活断層の地域評価において、活断層の詳細な位置を示した活断層図が重要である。これらの情報を整備することで、広域的な防災・減災対策事業の推進及び土地本来の災害リスクを踏まえた国土利用や防災・減災対策を推進し、災害に強い社会の実現に寄与することが期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

後藤秀昭, 2025, 1:25,000活断層図　能登半島北部の活断層「珠洲」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1140, 査読無, 謝辞無

堤　浩之, 2025, 1:25,000活断層図　能登半島北部の活断層「宇出津」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1141, 査読無, 謝辞無

後藤秀昭, 2025, 1:25,000活断層図　能登半島北部の活断層「輪島」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1142, 査読無, 謝辞無

渡辺満久・岩佐佳哉・中田　高・山中　蛍,2025,1:25,000活断層図　能登半島北部の活断層「穴水」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1143, 査読無, 謝辞無

松多信尚, 2025, 1:25,000活断層図　能登半島北部の活断層「門前」解説書, 国土地理院技術資料D1-

No.1144, 査読無, 謝辞有

鈴木康弘・後藤秀昭・松多信尚・渡辺満久,2025,1:25,000活断層図　能登半島北部の活断層「富来」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1145, 査読無, 謝辞無

山中　蛍, 2025, 1:25,000活断層図　糸魚川－静岡構造線断層帯とその周辺「甲府　改訂版」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1139, 査読無, 謝辞無

金田平太郎, 2025, 1:25,000活断層図　身延断層とその周辺「南部」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1138, 査読無, 謝辞有

田力正好, 2025, 1:25,000活断層図 身延断層及び糸魚川－静岡構造線断層帯「身延」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1137, 査読無, 謝辞無

安江健一, 2025, 1:25,000活断層図　曽根丘陵断層帯とその周辺「塩山」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1136, 査読無, 謝辞無

熊原康博, 2025, 1:25,000活断層図　大久保断層及び太田断層とその周辺「桐生」解説書,国土地理院技術資料D1-No.1135, 査読無, 謝辞無

楮原京子, 2025, 1:25,000活断層図　花輪東断層帯とその周辺「花輪」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.1134, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

榎本 壮平・山中 崇希・中埜 貴元，2025，火山土地条件図「日光白根山」、「弥陀ヶ原」の整備・公開，日本地球惑星科学連合2025年大会（JpGU2025），SVC31-P03.

榎本壮平・中埜貴元・山中崇希・鈴木毅彦，2025，火山土地条件図「神津島」の作成（中間報告），日本地球惑星科学連合2025年大会（JpGU2025），SVC31-P04.

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

【火山関係】

令和８年度は、令和７年度に作成した「硫黄島」、「中之島」及び更新した「恵山」ほか14火山の火山基本図及び同画像データ・数値データを刊行・公開する。これにより、活動火山対策のために観測、測量、調査及び研究の充実等が必要な51火山の火山基本図の整備・公開は完了することから、引き続き、火山防災関連施設データを更新するとともに、それに伴って必要となる火山基本図及び同画像データ・数値データの更新を実施する。

また、「吾妻山」、「新島」、「口永良部島」、「青ヶ島」の火山土地条件調査及び火山土地条件図の作成を実施するとともに、令和７年度に作成した「恵山」、「鶴見岳・伽藍岳」の火山土地条件図及び同画像データ・数値データを刊行・公開する。

【地震関係】

令和８年度は、関東・九州地方を中心に、平野部5,800平方キロメートル程度の地形分類情報（土地条件図）を整備するとともに、令和７年度の成果を土地条件図（数値地図25000（土地条件））として公開する。また、十勝平野断層帯、黒松内低地断層帯、折爪断層、中央構造線断層帯、筒賀断層、弥栄断層・地福断層、福智山断層帯、西山断層帯、宇美断層について活断層の調査を実施するとともに、令和７年度の成果を1:25,000活断層図として公開する。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

応用地理部地理調査課, 応用地理部地理情報処理課

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地理地殻活動研究センター　研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：https://www.gsi.go.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：坂部真一
所属：国土地理院地理地殻活動研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：HKD_01

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）巨大カルデラ形成噴火後における珪長質マグマ系の再活性化プロセス
（英文）Reactivation process of the felsic magma system after caldera-forming catastrophic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（5）本課題の５か年の到達目標：

「過去にカルデラ噴火を起こした火山は、将来的に巨大カルデラ噴火を再発するのか？」という問いは、科学面だけでなく、火山国に住む我々にとっては防災面からの関心が高い問題である。そこで本研究では、大規模カルデラ噴火の必要条件である巨大珪長質マグマ系の発達過程の解明に焦点を絞り、国内の代表的なカルデラ火山の噴出物を対象に、U－Th放射非平衡分析を軸とした物質科学的解析を行う。特に複数回のカルデラ噴火を起こした火山において、カルデラ噴火に伴って崩壊した珪長質マグマ系が次の巨大噴火に向けて再活性化した要因についての共通点を探り、それをもとに、代表的カルデラ火山における最終カルデラ噴火以降のマグマ系において、巨大噴火への現在の準備状況を明らかにすることを目標とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究では、過去数十万年以内に複数回のカルデラ噴火を繰り返した屈斜路、十和田、阿蘇（第１群）、および基本的に１回の巨大カルデラ噴火を起こした洞爺、支笏、姶良（第２群）における、カルデラ形成噴火の噴出物、先カルデラ噴出物、後カルデラ噴出物を解析対象とする（一部の噴出物については第２次観測研究で解析済）。U-Th放射非平衡法を適用するにあたっては、マグマ供給系を含めたマグマプロセスについての事前的検討が不可欠であるため、各火山において詳細な地質調査，採取試料の岩石学的・地球化学的解析を行い、マグマの蓄積プロセスや分化プロセスを詳細に明らかにする。

１年目：　第１群の後カルデラ火山（桜島、風不死－恵庭－樽前、有珠）を対象とした岩石試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析

２年目：　第２群の後カルデラ火山（アトサヌプリ、十和田A-Gなど）を対象とした岩石試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析

３年目：　第１群の火山（十和田、阿蘇）のカルデラ噴火噴出物を対象とした岩石試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析

４年目：　第１群・第２群の火山（屈斜路、洞爺）のカルデラ噴火噴出物を対象とした岩石試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析

５年目：　全対象火山における追加・補足試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析、および研究の総括

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、(1)十和田火山の後カルデラ火山活動のマグマプロセスの解明、(2)阿蘇火山におけるAso3、Aso3/4、Aso4の試料の採取、(3)支笏－風不死－恵庭－樽前系の火山岩試料の採取と分析、の3点を主に実施した。(1)については、前年度までに得られた物質科学的データの解析を行った。十和田火山では15.7 kaのカルデラ形成噴火（噴火エピソード（Ep.）L）の後、苦鉄質なマグマの活動（Ep. H-K）が起こり、引き続き安山岩質～流紋岩質の噴火活動（古い順からEp. G，F，E，D，D’，C，B，A）が断続的に起きた（Hayakawa, 1985; 工藤ほか，2019）。各噴出物の放射性同位体比の解析の結果、後カルデラ火山活動のマグマはマントル成分・下部地殻成分・上部地殻成分から構成され、特にEp. EからAにかけて上部地殻成分の割合が増加していったことが明らかとなった。またEp. EからAにかけて、マグマ溜まりの深度が次第に浅くなったことが判明した。以上から、マントル起源の高温マグマがモホ面あたりで下部地殻を溶融し、それらのマグマが上昇してコンラッド面付近で比較的大規模なマグマ溜まりを形成し、AFC過程が進行した。そしてそこから分離・上昇したEp. E～Aのマグマがそれぞれ上部地殻内でマグマ溜まりを形成し、ある程度の分化を経た後、噴火したものと推測された。(2) については、阿蘇火山におけるAso3、Aso3/4、Aso4噴出物について、代表的な試料の採取および基礎的な全岩化学組成分析まで行った。 (3)については、採取済であった風不死岳・恵庭岳・樽前火山の噴出物の全岩化学組成分析、および代表的試料についての鉱物組成分析まで終えた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「1 地震・火山現象の解明のための研究」における項目「(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明」に関して、今年度は特に十和田火山において、最終のカルデラ形成噴火（Ep. L）の残存マグマは後カルデラ火山活動には関与しておらず、カルデラ噴火後には新たなマグマ系が構築されて現在に至っていることが明らかとなった。また「(5)地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化」の「ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明」に関して、最終カルデラ形成噴火（Ep.L）の後から現在に至るまでの噴火活動を支配するマグマ系の変遷を明らかにすることができた。特に最新の噴火（Ep. A）のマグマ溜まり深度は過去のカルデラ形成噴火のマグマ溜まり深度（1.5-1.7 kbar; Nakatani et al., 2022）と近いことから、次のカルデラ形成噴火の準備に入ったのかどうかについて、さらに解析を進める必要があると考えている。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kuritani, T., M. Nakagawa, A. Matsumoto, and A. Nishihara, 2025, Origin and evolution of the Holocene magmatic system at Sakurajima Volcano, Japan, Journal of Petrology, 66, egaf010, doi:10.1093/petrology/egaf010., 査読有, 謝辞有

Kawara, H., M. Matsumoto, and T. Kuritani, T., 2025, Generation of andesitic-dacitic magmas by open-system progressive melting of the middle crust in Rishiri Volcano, northern Japan, Lithos, 514-515, 108221, doi:10.1016/j.lithos.2025.108221., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

伊藤ひなた・栗谷豪・工藤崇，2025，十和田火山・八戸カルデラ噴火のマグマプロセス，日本地球惑星科学連合2025年度大会，SVC34-P13.

鈴木捷太・栗谷豪・中川光弘，2025，支笏カルデラ及び後支笏カルデラ火山に関する岩石学的研究，日本地球惑星科学連合2025年度大会，SVC30-P05.

田次将太・中川光弘・和知剛・松本亜希子・栗谷豪，2025，東北日本、秋田駒ケ岳火山の構造と形成

史：複合火山形成史解明のための火山地質学的手法の提案とその意義，日本地球惑星科学連合2025年度大会，SVC34-02.

田次将太・中川光弘・和知剛・松本亜希子・栗谷豪，2025，東北日本、秋田駒ケ岳火山の山体発達史，日本地質学会第132年学術大会，T2-P-9.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

来年度は、(1)十和田火山、(2)阿蘇火山、(3)支笏－風不死－恵庭－樽前系、(4)洞爺－有珠系を対象に研究を実施する予定である。(1)の十和田火山については、後カルデラ火山活動のマグマプロセスの解析を引き続き継続し、論文化を目指す。(2)の阿蘇火山については、Aso3、Aso3/4、Aso4の試料採取を継続し、基礎的な化学分析まで終える予定である。(3)の支笏－風不死－恵庭－樽前系については、物質科学的データの解析に基づいたマグマプロセスの解明に本格的に取り掛かる予定である。(4)の有珠山については、特に歴史時代噴火の噴出物について高いレベルで物質科学的解析を実施し、マグマ変遷の支配要因を明らかにする予定である。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

栗谷　豪（北海道大学大学院理学研究院）, 吉村　俊平（北海道大学大学院理学研究院）, 松本　亜希子（北海道大学大学院理学研究院）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学大学院理学研究院
電話：
e-mail：kuritani@sci.hokudai.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：栗谷豪
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和７年度年次報告

課題番号：HKD_02

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）上昇するマグマの脱ガス過程と噴火様式の関係に関する研究
（英文）How the degassing processes occurring in the ascending magma control the style of volcanic eruption

（3）関連の深い建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（5）本課題の５か年の到達目標：

SiO2成分に富むマグマ珪長質マグマ（安山岩質～流紋岩質）の粘性係数は非常に高いため、マグマからガスが逃げにくく、噴火は爆発的になりやすい。しかし実際は、珪長質マグマでも爆発を伴わず、穏やかに溶岩を流出することも多い。１つの噴火の中で噴火様式が変化することもよくある。何が噴火様式の違いや変化をもたらすのかという疑問は、噴火防災技術を確立する上で解決されるべき基本的な問題であるため、その中心的な課題である「上昇するマグマの中で起こる脱ガス過程」を明らかにしようとする試みは、欧米を中心に盛んに行われている。しかし、ガスの挙動に関する情報は噴出物には残りにくく、現状では本質的な理解はほとんど進んでいない。本課題では、担当者が独自に開発した「揮発性成分（特に塩素）のマッピング分析」を爆発的噴火と非爆発的噴火の噴出物に適用することで、火道内のどの深さで、どのような脱ガスが、どれくらいの時間を掛けて起きたのか、という詳細履歴をそれぞれの噴火様式について解読し、噴火様式と脱ガス過程の関係を明らかにすることを目的とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度においては、カワゴ平火山のおよび新島アッチ山火山におけるフィールド調査・揮発性成分の予備分析を行う。
令和7年度においては、カワゴ平溶岩流の揮発性成分分析による脱ガス履歴の復元を行う。
令和8年度においては、カワゴ平テフラの揮発性成分分析による脱ガス履歴の復元を行う。
令和9年度においては、新島・アッチ山火山テフラと溶岩の揮発性成分分析による脱ガス履歴の復元を行う。
令和10年度においては、両火山における火道内脱ガス過程の復元と、噴火様式ごとの共通性の解明を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本年度は、静岡県伊豆半島の皮子平火山の溶岩中に見いだされた、縞状構造の解析を行った。この縞状構造は、高い発泡度を持つ軽石質の層と、気泡をほとんど含まない黒曜石質の層が厚さ5～10 mm程度で互層した構造である。一枚の溶岩流（厚さ40 m程度）の内部に特徴的に発達しており、地層の

ように交互に堆積し形成されたものではない。類似の構造は、Little Glass Mountain (Fink 1983)やBig Glass Mountain (Castro et al. 2005)など、皮子平溶岩と化学組成とマグマ温度がよく似た溶岩でも報告されている。この縞状構造は、溶岩の脱ガス過程が中途半端に進行した部分とみなせる可能性があるため、脱ガスがどのように進行するのかを解明するのに役立つと考えらえる。そこで本年度、皮子平溶岩の縞状構造を対象として組織観察および含水量の測定を行い、生成過程を考察した。その結果、一部の黒曜石層には、厚さの中央付近（すなわち、上下の軽石層からおおむね等距離の地点）に変形した気泡の列が作られているのが見つかった。別の黒曜石層では、気泡列は存在せず、見た目は均質であった。そして、これらの黒曜石層の含水量分布を測定した結果、中央に気泡列がある黒曜石層については、含水量は軽石層に近いところほど高く、気泡列に向かって両側から低下していた。気泡列に近いところほど、含水量の勾配は急激であることから、気泡列に向かって両側から拡散脱水が進行中であったことを示している。一方、気泡列が存在しない黒曜石層でも，層の中央に向かって含水量が低下していたが、その程度は弱く、また中央付近ほど濃度勾配は緩やかになっていた。すなわち、中央ではかつて拡散脱水が進行していたが、その後、脱水の境界が失われ、含水量不均質が緩和されている最中であることを示している。つまり、気泡列を含まない黒曜石層にも、かつては気泡列が存在し、その子に向かって拡散脱水が進行していたが、その後、気泡列が閉鎖されたと考えらえる。このシナリオが成立するには、気泡列は孤立した気泡の連なりではなく、気泡同士が連結することで開放系の通路を作っていた必要がある。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

溶岩の脱ガスの仕組みについて新しい脱ガスモデルが提案されたことから、「1 地震・火山現象の解明のための研究　(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化」高度化を一歩進めることが出来たと考えられる。災害の軽減に貢献するためには、噴火現象の起こり方が何によって支配されるのかを詳しく明らかにすることが不可欠であり、本研究は噴出物を詳しく解析することによってこの目標を達成しようとする課題である。今後さらに噴出物の解析を続けることで、マグマの脱ガス過程がどのように進行しているかがはっきりしてくると期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

藤原大輔・吉村俊平，2025，流紋岩質メルトへのHCl－H2O流体の溶解実験，鉱物科学会2025年年会，S1-05

吉村俊平，2025，揮発性成分の空間分布から探る玄武岩質エンクレイブの脱ガス過程，鉱物科学会2025年年会，S1-06

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

来年度は、皮子平火山の試料解析をさらに進める。また、鳴子火山の噴出物解析も行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

吉村俊平（北海道大学大学院理学研究院）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学・地球惑星科学部門

電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：吉村俊平
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和７年度年次報告

課題番号：HKD_03

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）熱水系が発達した火山における火山活動活発化事象のモデル化と活動度評価
（英文）Modeling and evaluation of volcanic unrest at wet volcanoes

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備
イ. 観測・解析技術の開発
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（5）本課題の５か年の到達目標：

近年、火口近傍への多項目常時観測設備の整備が進められたことで、様々な種類や規模の火山活動活発化事象をとらえられるようになり、個々の事例についての理解が進んできた。一部の火山では、火山体構造や熱水等の流体移動経路などのイメージを包含した活発化事象（火山によっては噴火事象）の活動推移モデルが提示される一方で、観測の歴史が浅い火山や観測項目が限られた火山においては、活動度を客観的に表す指標の設定すら難しく、他火山での知見をどのように活動評価へ活かすかが課題となっている。

本研究課題では、前建議に引き続き、主に噴火休止期にあり熱水系が発達した火山を対象として、火山活動活発化事象の事例を蓄積するための多項目観測を継続しながら、火山活動度評価技術の高度化を進める。VUI等の定量的火山活動評価手法の開発や適用をアウトプットに位置づけ、未検討の火山においてはVUI等による評価指標の検討と作成、検討済みの火山においてはデータ処理方法や基準値の再検討、評価項目の追加を行う。研究課題内で共通のデータ処理や解析手法を導入してVUI等による評価の高度化や比較研究を進める。人工衛星データ（MODIS等）を活用したモニタリング及び評価の試行や、VUI算出の自動化にも取り組む。また観測項目間の変化の関係性を客観的に評価するために、噴出物分析の先行研究で導入された実績のある多変数相関解析による検討を試みる。

（6）本課題の５か年計画の概要：

研究計画の1年目及び5年目には対面での研究集会（@札幌を予定）、その他の年度にはオンラインでの研究集会を開き、成果や解析手順などについての情報共有を図る。また、2（3）及び5（6）に共有できる成果が得られた場合には、それらの課題が開催する研究集会にも積極的に参加する。
令和6年度：各火山での多項目連続観測。雌阿寒岳・十勝岳・御嶽山・焼岳でのドローン観測。吾妻山の火山活動再評価。対面研究集会。
令和7年度：各火山での多項目連続観測。雌阿寒岳・焼岳・九重山でのドローン観測。吾妻山でのDAS観測。御嶽山・口永良部島での水準測量。
令和8年度：各火山での多項目連続観測。十勝岳・焼岳でのドローン観測。口永良部島の火山活動評価。
令和9年度：各火山での多項目連続観測。雌阿寒岳・十勝岳・九重山でのドローン観測。口永良部島での水準測量。
令和10年度：各火山での多項目連続観測。雌阿寒岳でのドローン観測。御嶽山での水準測量。対面研究集会。
MODIS活用スキームの検討と開発、統一的な地震波解析手法の共有と試行、多変数相関解析の検討と試行、VUI評価の自動化作業、については、実施期間を通じて連携して取り組む。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

対象火山において多項目連続観測によるモニタリングを継続するとともに、機動観測となるドローン観測も計画通りに実施できた。火山活発化指数（Volcano Unrest Index：VUI）による評価指標の検討については、樽前山のワークシートを新たに試作した。課題関係者による研究集会を2026年1月にオンラインで開催した。
一部、機材調達スケジュールの都合で観測を先送りにした計画や立入規制のために実施できなかった計画があるものの、各火山における観測研究は概ね順調に進展している。
【雌阿寒岳・十勝岳・樽前山・有珠山・北海道駒ヶ岳】（北大・東大理・東大地震研・気象庁・道総研）
・道内主要5火山地域における地震・地殻変動・地磁気・土壌ガス等の連続・繰り返し観測を継続した。（北大・東大理・気象庁）
・樽前山のVUI評価に用いるワークシートを新たに試作し、1967年以降のデータへの適用を試みた。（北大）
・十勝岳の62-2火口周辺一帯において、本課題に配分された研究経費でレンタルしたドローン用の磁気観測装置を用いた空中磁気測量を行い、2023年、2024年の測量成果と差分を取って浅部磁化構造の時間変化の推定を進めた。（北大）
・十勝岳の山頂火口域において、ドローン用のマルチガス観測装置を用いた噴気観測を行い、火山ガスの組成比に関する情報を得た。ガス組成比の時間変化から、山体浅部での火山ガス供給系の時間変化を検討した（北大・東大地震研）
・雌阿寒岳山頂の中マチネシリ及びポンマチネシリ火口域一帯において空中磁気測量を実施し、中マチネシリ火口域について2024年の測量成果と差分を取って浅部磁化構造の時間変化の推定を進めた。（北大）
・有珠山2000年噴火時の前兆地盤変動の再解析を実施し、マグマ貫入に伴うと考えられる浅部地盤変動源を高い時間分解能で推定した。（北大）
【吾妻山・岩手山】（東北大）
・吾妻山の調和振動型微動が持つ特徴が流体流動を考えた自励振動モデルで説明できることを示し，自励振動現象の周期倍分岐の発生条件を系統的に調べた。（東北大）
・岩手山の2024年以降の活動活発化に伴う地盤変動について、GNSSデータの変位場を説明する地盤変動源モデルを推定した。（東北大）
・岩手山で2024年に発生した長周期地震（VLP）のモーメントテンソル解析を行い、震源位置と発震機構を推定した。（東北大）
・岩手山の2024年以降の活動変化の観測・解析の成果を取り入れ、東岩手から山体西側に至る火山性流体供給系の概念モデルをアップデートした。（東北大）
【焼岳】（京大防災研・信州大・北大ほか）
・地震・地盤変動・地磁気等の連続観測を継続した。（京大防災研・信州大ほか）
・検知管・マルチガス等を用いた繰り返し噴気観測を実施し、噴気温度・ガス組成比・見かけ平衡温

度・水素/酸素同位体比等を推定した。（信州大ほか）
・山頂域での繰り返し磁気測量を実施し、2023年との差分から、山頂北側に2つの消磁源を仮定することで説明できることを確認した。あらたな測量点の追加も行った。（信州大・北大ほか）
・山頂域周辺でのドローンによるLiDAR測量、可視光観測、熱赤外観測を実施した。今年度はネットワークRTKサービスを利用した機体の位置情報が得られたことで、測量精度が大きく向上した。過去の地形測量との差分から、2023年以降は大きな地形変化がないことを確認した。また、熱赤外観測の結果から放熱率を推定した。（信州大ほか）
・可視オルソ画像から地熱域や変色域を抽出し、変質帯と考えられる領域のRGB値の特徴を調べた。（信州大）
・焼岳を南北に横切る測線で取得済みの陸上磁気探査データについて再解析を行い、既解析の二次元比抵抗構造との対比を行った。（京大防災研）
【御嶽山】（名大・日大）
・地震・地盤変動等の連続観測を継続した。（名大）
・2024年12月から2025年1月のunrestについて、1月21日の最盛期（地震活動、最大地震、火山性微動、傾斜変動、長周期地震、震源の移動がほぼ同時発生）の前後で火山性地震の活動域の顕著な変化や発震機構解の変化を確認し、2014年噴火直前との類似性から噴火未遂と見なせる現象であったと解釈した。（名大）
・2015年から2020年のGNSSとInSARデータに見られる変動について、非弾性変形を考慮した変動源推定を行い、標高1800m以上のごく浅部に収縮源を推定した。（名大）
・山麓域を含む全路線での水準測量を実施し、2023年-2025年の変化として山頂方向の沈降と、中の湯路線の相対的な隆起を確認した。2017年に発生したM5.6の地震による影響を補正し、火山活動に関連した地盤変動源モデルを推定した。（日大・名大）
【九重山】（京大理・科学大）
・ドローンを用いた空中熱赤外観測を実施し、InSAR観測で沈降が認められている硫黄山噴気地帯の熱異常域の検出と放熱量評価を行った。（科学大・京大理）
【口永良部島】（京大防災研）
・地震・地盤変動等の連続観測を継続した。また、2014年噴火で被災した山頂地震観測点の復旧作業を行った。（京大防災研）
・2019年から2020年噴火活動期に得られた島内のGNSS変位場について、南西方向へ延びるダイク状圧力源を仮定した予備解析を行った。（京大防災研）
・島内の湧水分布を整理し、古い山体では高標高域からの湧水が見られるのに対し、新しい古岳や新岳の山体では沿岸部を除いて湧水に乏しく、地下水は海水面付近まで下降している可能性が示唆された。（京大防災研）
・ドローン用のマルチガス観測装置を用いた噴気観測を行い、火山ガス組成比に関する情報からSO2放出の中心が古岳であることが確認できた。（東大理・北大ほか）
・ドローンを用いた空中磁気測量を実施し、火山体浅部の磁化構造解析を行った。（北大ほか）

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
火山活動活発化事象（unrest）を含む噴火休止期における各種観測項目の時空間変化が対象火山で進められ、新しい火山でのVUI指標の作成、火山性流体供給系の概念モデルの改良、unrest前後での火山活動場変化の把握等を通じて、火山活動のモデル化や活動評価と試行（重点課題）の目的に大きく貢献している。火山災害の軽減のためには、噴火が発生するまえに火山活動を適切に評価し、噴火発生時期、噴火規模などを予測することが重要である。本研究は「モニタリングによる火山活動の評価」を通して災害軽減に貢献している。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

保苅健陽・田中 良・橋本武志・小山崇夫, 2025, ドローン繰り返し空中磁気測量による十勝岳の浅部熱活動の理解, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT39-P02

平戸悠登・青山 裕・田中 良・鈴木敦生・岡田和見・保苅健陽・泉 那由多・立石 悟・筒井優斗, 水準測量による有珠山周辺の地盤変動観測, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P04

山本 希, 岩手山における長周期地震とその火山活動推移における位置付け, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P06

太田雄策・大舘未来・山本 希・大野圭太郎・出町知嗣・三浦 哲, 稠密多点GNSS観測網とひずみ計から推定した2024年岩手山膨張イベントの力源推定, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P08

平山裕登・山本 希, 調和振動型微動の振動特性と流体流動の関係の検討, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P11

浅井 岬・前田裕太・渡辺俊樹, 2025, 火山地域におけるマルチモード表面波分散曲線の抽出：御嶽山における事例研究, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-12

前田裕太・寺川寿子・山中佳子・堀川 一郎, 2025, 御嶽山の2024～2025年の地震活動, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-11

村瀬雅之・前田裕太・山中佳子・松島 健・及川 純・金 幸隆・堀川信一郎・小池遥之・竹脇 聡・浅井 岬・松廣健二郎・内田和也・吉川 慎・井上寛之・若林 環・手操佳子, 2025, 精密水準測量によって検出された御嶽山東山麓群発地震域での上下変動とその解釈（2016年～2023年）, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SGD03-P11

Hokari T., Tanaka, R., Hashimoto, T., Koyama, T., 2025, Repeated drone aeromagnetic surveys to reveal shallow thermal activity at Tokachidake Volcano, IAVCEI Scientific Assembly, 3.8.19

Asai, M., Maeda, Y., Watanabe, T., 2025, Extraction of multimodal surface wave dispersion curves in volcanic area: case study on Mt. Ontake, central Japan, IAVCEI Scientific Assembly, 3.1.21

Izumi, N., Aoyama, H., Tanaka, R., Mori, T., 2025, Repetitive observations of soil diffuse CO2 Fluxes at Mt. Usu, CCVG/IAVCEI The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 15

Takahashi, R., 2025, Fumarolic and Hydrothermal Activity in Kuttara, Tarumae and Usu Volcanoes, CCVG/IAVCEI The 15th Field Workshop on Volcanic Gases

Onishi, A., Tanaka, R., Morita, M., 2025, Volcanic gas measurement by using drone and Multi-GAS at Mt. Tokachi, Hokkaido in 2023 and 2024, CCVG/IAVCEI The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 38

泉 那由多・青山 裕・田中 良・ 鈴木敦生・森 俊哉, 2025, 有珠山山頂地域における土壌拡散CO2フラックスの繰り返し観測, 日本火山学会2025年度秋季大会, P09

高橋 良・竹内晋吾・藤原 寛・上澤真平・田中 良, 2025, 火山体内部の熱水変質帯の特徴と熱水変質岩の浸透率 ―十勝岳，ヌッカクシ火口域の事例―, 日本火山学会2025年度秋季大会, B1-20

齋藤武士・中山舜介・網田和宏・風早竜之介・宿輪隆太・三島壮智・大沢信二, 2025, 焼岳火山の噴気活動とマグマ熱水系, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-02

中山舜介・齋藤武士・宿輪隆太, 2025, ドローンによる焼岳の熱赤外観測, 日本火山学会2025年度秋季大会, P32

浅井 岬・前田裕太・渡辺俊樹, 2025, 地震雑微動トモグラフィによる御嶽山の三次元S波速度構造推定, 日本火山学会2025年度秋季大会, P34

前田裕太, 2025, 噴火前傾斜変動の比較研究のための波形逆解析手法の改良と御嶽山でのテスト, 日本火山学会2025年度秋季大会, P33

村瀬雅之・前田裕太・堀川信一郎・浅井 岬・ 竹脇 聡・小池遥之・金 幸隆・松島 健・内田和也・山口雅弘・馬場朱莉・大川航平・吉川 慎・井上寛之・石井杏佳・及川 純・手操佳子・栗原佑典・谷田部史尭, 2025, 精密水準測量によって検出された御嶽山の上下変動, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-06

寺川寿子・前田裕太・堀川信一郎, 2025, 御嶽山の熱水循環システムにおける火山構造性地震の役割, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-05

浅井 岬・前田裕太・渡辺俊樹, 2025, 中部日本御嶽山における地震雑微動トモグラフィの適用, 日本地震学会2025年度秋季大会, P06-05

寺川寿子・前田裕太・堀川信一郎, 2025, 御嶽山における火山性群発地震活動を駆動する物理メカニズムの考察, 日本地震学会2025年度秋季大会, S23-10

関 香織・丸岡照幸・高橋 良, 2025, 十勝岳の火山ガス・温泉水の硫黄同位体比, 日本火山学会2025年度秋季大会, P06

吉村令慧・宇津木充・橋本武志・山﨑健一, 2025, 焼岳浅部の比抵抗および磁化構造, 日本火山学会2025年度秋季大会, P31

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

各火山で地震・地盤変動・全磁力などの多項目観測を継続し、非噴火期の活動評価の基礎となるデータの蓄積を進める。
【雌阿寒岳・十勝岳・樽前山・有珠山・北海道駒ヶ岳】
雌阿寒岳では空中磁気のドローン観測を行うほか、トラバースによるSO2放出量観測を行い、2025年9月の小噴火後の活動推移把握に努める。十勝岳では熱活動域が広がりを見せる前十勝西斜面を中心にAMT観測を実施するほか、マルチガスによる火山ガス組成の繰り返し観測を実施する。有珠山では中長期評価の基礎データとなる土壌ガス観測等を実施する。
【吾妻山】
THK_06課題と連携して地震・地殻変動観測を継続する。
【焼岳】
ドローン観測・地上地磁気観測・噴気観測を継続する。
【御嶽山】
山体に近い一部の路線において水準測量を実施する。御嶽山域の一部においてドローンによる空撮測量を試みる。
【九重山】
既存データを含めた放熱率の解析、過去5年間の未解析SARデータ/GNSSデータの解析を進める。
【口永良部島】
VUI指標の試作を進める。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

青山　裕（北海道大学大学院理学研究院）, 橋本武志（北海道大学大学院理学研究院）, 田中　良（北海道大学大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
山本　希（東北大学大学院理学研究科）, 森　俊哉（東京大学大学院理学系研究科）, 森田雅明（東京大学地震研究所）, 成田翔平（東京科学大学総合研究院）, 前田裕太（名古屋大学大学院環境学研究科）, 寺川寿子（名古屋大学大学院環境学研究科）, 伊藤武男（名古屋大学大学院環境学研究科）, 金 幸隆（名古屋大学大学院環境学研究科）, 大見士朗（京都大学防災研究所）, 吉村令慧（京都大学防災研究所）, 西村卓也（京都大学防災研究所）, 山田大志（京都大学防災研究所）, 中道治久（京都大学防災研究所）, 為栗　健（京都大学防災研究所）, 山本圭吾（京都大学防災研究所）, 大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）, 横尾亮彦（京都大学大学院理学研究科）, 宇津木充（京都大学大学院理学研究

科）, 石井杏佳（京都大学大学院理学研究科）, 高橋　良（北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所）, 高木朗充（気象庁）, 山中佳子（名古屋大学減災連携研究センター）, 村瀬雅之（日本大学文理学部）, 齋藤武士（信州大学理学部）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
電話：011-706-4845
e-mail：aoyama@sci.hokudai.ac.jp
URL：https://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：青山 裕
所属：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

令和７年度年次報告

課題番号：HKD_04

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）測地・地下構造データに基づく内陸地震・火山活動地域の地殻変形のモデル化

（英文）Crustal deformation modeling in inland seismic and volcanic areas based on geodetic and subsurface structural data

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

稠密かつ複合的測地観測による詳細な地殻変動場の時空間把握と、地球電磁気(MT)観測、地震活動把握等による詳細な地下構造推定を行い、実際の地下構造、実測された地表変動に基づいて当該地域の力学モデルの構築を行う。モデルから応力・ひずみ集中のメカニズムや火山性変動源の挙動を定量化し、内陸地震活動と火山活動の個々の現象理解に加え、地震と火山のテクトニックな相互作用について検討する。また、広域変動場に含まれるこれらの影響を定量的に推定することで、千島海溝沿いプレート間固着の推定精度の向上にも貢献し、あわせて沈み込み帯における長期的なプレート収束と火山フロント周辺部の内陸変形の関係についても検討を試みる。

（6）本課題の５か年計画の概要：

5年間継続して行う観測の計画として、時空間的な地殻変動の把握を行うためには継続的な測地観測が必要である。そのためGNSS、重力、水準測量による多項目測地観測を年に1回程度、繰り返し観測として実施し、少なくとも1年間毎の高空間分解能での地殻変動場の把握を行う。周辺で連続観測を行っているGNSS、水位、地震観測を継続し、高時間分解能での地殻活動を監視する。これらの観測結果は構築していくモデル化の中で随時取り入れる。あわせて、過去に阿寒・屈斜路地域で行ってきたMT探査を拡張し、個別に行われてきた周辺の探査地域とのギャップを埋める観測を実施することで、より広域の地下比抵抗構造を把握し、地震活動や地殻変動と比較する。

1年目の令和6(2024)年度は、広域・大局的な変形モデルの構築を行う。外力は太平洋プレートの収束、プレート間固着の影響を測地データから見積もる。先行研究等を参考に、前弧、火山フロント、背弧といった大まかな地下構造の不均質性を与え、屈斜路カルデラでひずみ集中域の形成に必要なパ

ラメータについて検討する。
2年目の令和R7(2025)年度は、大まかなモデルでは説明しきれない地殻変動について、有限要素法を用いてより細かい空間スケール、つまりカルデラ特有、火山地域特有の地下構造の不均質分布を考慮した説明を試みる。地下構造の設定には、MT観測、地震活動の情報を用いる。また、独立して火山性地殻変動源の存在・活動を仮定したモデルによる地殻変動についても見積もり、それぞれ時空間発展を含めてどのように振る舞うか確認する。
3年目の令和R8(2026)年度は、実際の地形やより細かい地下構造（粘弾性構造）が、どれくらい地表変位や地下のひずみ、応力分布に影響を与えるのかを見積もり、どの程度考慮が必要なのか、具体的には剛性率や粘性係数などの物性についてのパラメータ値の振れ幅や、空間分解能の感度の範囲などを検討する。また、これまでの計算で得られたひずみ・応力分布が、他の内陸地震発生域、活火山地域と同程度かどうか、先行研究の情報などを元に検討する。
4年目の令和R9(2027)年度は、2021年後半から2023年中頃まで発生した膨張の非定常地殻変動について火山性変動源を仮定したモデル化を行い、その説明を試みる。またそれが定常変動時のどの部分が変化して、非定常変動を発生しているのかについても検討する。
最終年度であるR10(2028)年度は、これまでの計算結果をまとめ、定常時のひずみ集中の原因、現在のひずみ・応力分布、また非定常地殻変動の様子を明らかにし、構築した力学モデルから今後のこの地域のひずみ集中および火山活動の推移、地震と火山の相互作用について検討する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

【北海道東部火山地域周辺の地殻変動場の理解】
これまでの観測結果から、2024年初期ごろから屈斜路カルデラ周辺は完全に収縮変形に戻っていることが明らかとなった。今後もこの収縮変形の時空間発展を捉えることで、地下のマグマ溜まりや粘弾性領域の分布や物理特性の拘束が期待できる。
GNSS観測：屈斜路カルデラでは2021年半ばから2023年半ば頃まで、非定常的な膨張イベントが発生したことを報告した (Ohzono et al., 2025)。2023年半ば以降、連続GNSS観測点のデータが蓄積されてきたことから、この非定常変動以降の地殻変動場が以前の状況に戻っているかどうかを確認するため、地殻変動解析を実施した。東北大学のルーチン解析による国土地理院のGEONET、ソフトバンク独自基準点のGNSS日座標データを用いて時系列を確認し、非定常変動前（2019.90年～2021.66年）、非定常変動中（2021.66年～2023.97年）、非定常変動後（2023.97年～2025.55年）の3期間の地殻変動場を確認した。その結果、近年の非定常変動後の変動場が非定常変動前の期間の地殻変動場に概ね戻っており、定常的な地殻変動場として扱えそうであること、屈斜路カルデラ周辺で再び収縮ひずみが発生していることが明らかになった（図１）。
水準測量：2023年から毎年9月に屈斜路湖沿いで水準測量を実施している。2023年から2024年にかけては膨張源近傍で最大約4mmの隆起を確認した。今年度の水準測量により、2024年から2025年にかけての観測結果が得られ、前年度の隆起の空間パターンを反転させたようなかたちで沈降が発生していることを確認した。沈降量として、非定常イベント時の膨張源近傍で最大約1cmを捉えた（図2）。
繰り返し相対重力観測：阿寒カルデラ周辺で毎年7月頃に、屈斜路カルデラでは毎年9月頃に相対重力観測を実施している。長期的なモニタリングにより、屈斜路カルデラでは大きな変化は捉えられていない。

【有限要素法を用いた変形モデルの構築】
火山下の不均質構造の存在に起因する地殻変形モデルを構築するため、アドバンスソフト社製FrontSTRによる有限要素法を用いたモデル計算に着手した。屈斜路カルデラを対象とし、地下の構造については、電気比抵抗探査から報告されているカルデラ下地下5 kmから20 kmに存在する低比抵抗領域の分布から、それをマグマ溜まりまたは流動的な領域を設定し、そこに低粘性領域を設定した。周辺は弾性体としているが、深さに応じて粘性領域を与えるなど、変化させて検討している。また外力は、太平洋プレートとオホーツクプレートの収束速度（9cm/yr）で領域の南東側から強制的に変形を与えることとした。不均質構造を与えた領域の周辺では異なるひずみ、応力の分布が生じることは確認したが、定量的な理解、観測事実との対比は来年度以降実施する。

【謝辞】 本研究では国土地理院のGEONETデータを使用しました。本研究で使用したソフトバンクの

独自基準点の後処理解析用データは「ソフトバンク独自基準点のデータの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」の枠組みを通じて、ソフトバンク株式会社およびALES株式会社より提供を受けたものを使用しました。RUNEは「火山活動監視のための観測データ及びGNSSリアルタイム解析技術の相互利用に関する協定」で使用しているものです。記して感謝申し上げます。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

多項目測地観測の実施、データの蓄積、また各現象に対する地殻変動解析も順調に進んでおり、2年目の目標も概ね達成している。阿寒カルデラから屈斜路カルデラにかけての電気比抵抗探査の観測結果もまとまってきており、今後実施する力学モデルの構築にそれらの情報を活用する予定である。火山地域周辺の地下の粘弾性構造の把握、その構造に起因するひずみ・応力蓄積過程、内陸地震活動についての理解を深めることで、地震と火山の相互作用について、災害の軽減に貢献するための、現象解明が進むと期待できる。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ohzono, M., Takahashi, H., Ohta, Y. Ohno, K. (2025) Transient inflation event at Kussharo caldera, eastern Hokkaido, Japan in 2021–2023 captured by multiple GNSS observation networks. Earth Planets Space 77, 4. doi:10.1186/s40623-025-02173-1, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

田上綾香, 高橋浩晃, 大園真子, 岡田知己, 名和一成, 藤村遼太郎, 内田晴海 (2025) 北海道東部の浅部地殻の応力場. JpGU2025, SSS12-14

藤村遼太郎, 岡田知己, Savage Martha, 田上綾香, 内田晴海, 大園真子, 高橋浩晃 (2025) 北海道東部の上部地殻におけるS波偏向異方性. JpGU2025, SCG61-09

田上綾香, 高橋浩晃, 大園真子, 岡田 知己 (2025) 北海道北部の浅部地殻の応力場. 日本地震学会2025年度秋季大会, P09-16

中屋晟, 高橋浩晃, 大園真子, 岡大輔, 鈴木隆広, 岡崎紀俊, 秋田藤夫 (2025) 北海道屈斜路カルデラ周辺の地下温度構造. 日本地震学会2025年度秋季大会, S05-02

大園真子, 高橋浩晃 (2025) 稠密連続GNSS観測網による北海道東部屈斜路カルデラ周辺の定常・非定常地殻変動場. 日本測地学会第144回講演会, P31

Nakaya S, Takahashi H, Ohzono M, Oka D, Suzuki T, Okazaki N, Akita F (2025) The relationship between the hypocenter concentration and the geothermal structure in the Kussharo caldera, Hokkaido, Japan. International Symposium on Earthquake Forecasting to Commemorate the 50th Anniversary of the 1975 Haicheng M7.3 Earthquake, Liaoning, China, S12-20P

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地殻変動：GNSS観測
概要：屈斜路カルデラ周辺においてキャンペーンGNSS観測を実施した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道弟子屈町屈斜路カルデラ周辺
調査・観測期間：2025/9/11-2025/9/22
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地殻変動：水準測量
概要：屈斜路カルデラ湖畔沿いにおいて水準測量を実施した。
既存データベースとの関係：

調査・観測地域：北海道弟子屈町屈斜路カルデラ周辺
調査・観測期間：2025/9/15-2025/10/10
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地殻変動：重力測定
概要：道東地域において繰り返し相対重力観測を実施した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道弟子屈町，釧路市，厚岸町等
調査・観測期間：2025/7/16-2025/9/5
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

2年目に引き続き、北海道東部の火山地域周辺のひずみ集中を説明するための有限要素法による変形モデルの構築を進める。パラメタースタディとともに、観測事実と地下の不均質構造の特徴を捉えつつ、モデル計算により、ひずみ・応力集中のメカニズムを普遍的に理解できる方法を検討する。
地殻変動モニタリングのための多項目測地観測（GNSS、水準、相対重力など）を継続して実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

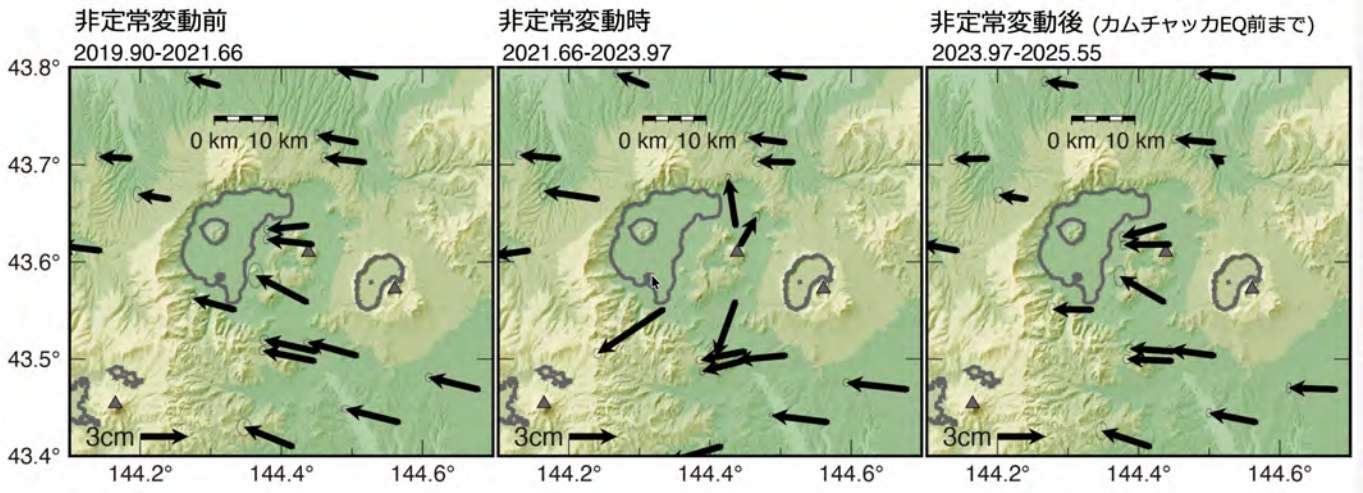
大園 真子（北海道大学大学院理学研究院）, 高橋 浩晃（北海道大学大学院理学研究院）, 橋本 武志（北海道大学大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
岡 大輔（北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学大学院理学研究院
電話：
e-mail：m.ohzono@sci.hokudai.ac.jp
URL：

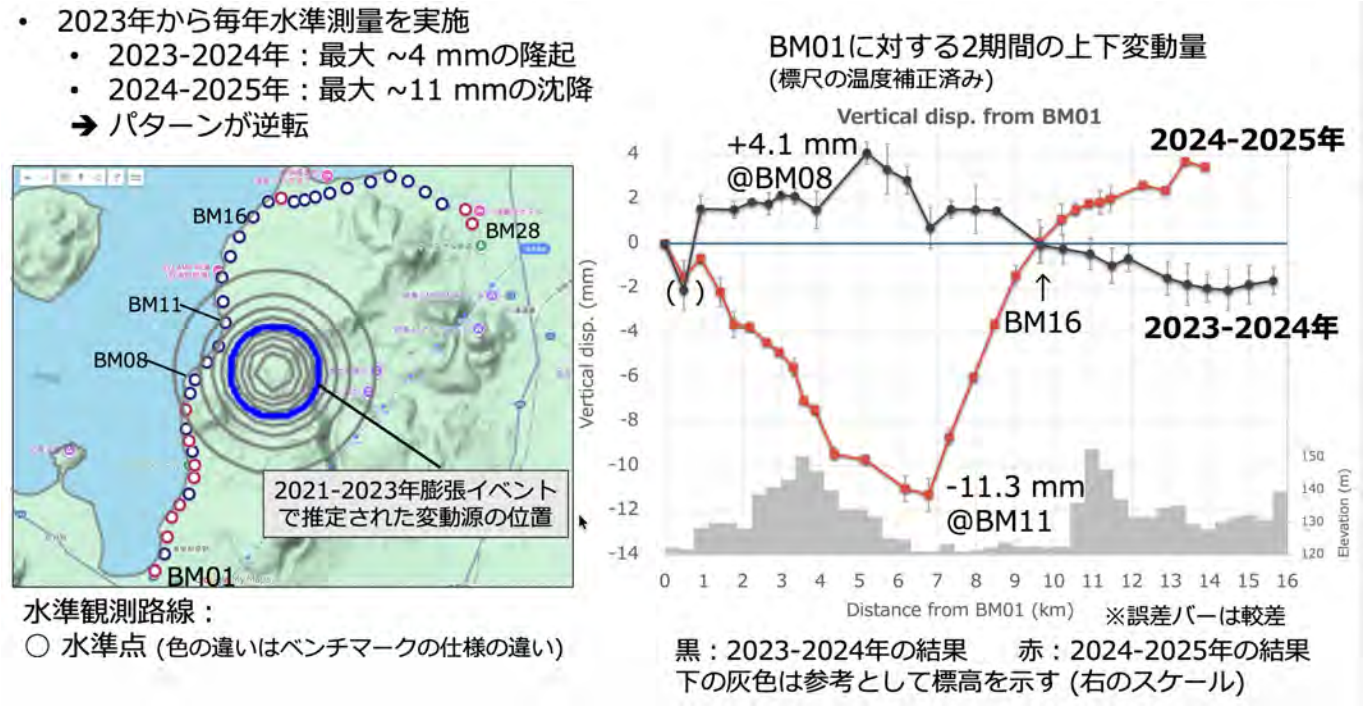
（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大園真子
所属：北海道大学大学院理学研究院



GNSS観測による地殻変動の時空間変化
GNSS連続観測網の日座標値から推定した非定常変動前（2019.90年～2021.66年）、非定常変動中

（2021.66年～2023.97年）、非定常変動後（2023.97年～2025.55年）の3期間の水平地殻変動場。



水準測量結果

水準測量から得られた屈斜路湖沿いの上下変動分布。左図は測量した点と、非定常変動の膨張源の位置を示す。右上の黒は2023年から2024年，赤は2024年から2025年にかけての変動を示す。いずれも南端のBM01を基準としている。

令和７年度年次報告

課題番号：HKD_05

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）津波波源モデルの分析に基づく地震・津波事前予測の高度化
（英文）Source model investigation for advancing tsunami disaster estimation

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
イ. 津波の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

津波の事前評価手法を高度化することを目的として、津波の伝播・氾濫予測における不確実性の分析のもと、既往イベントに対する断層モデルの不確実性を分析する。先行研究の調査や、津波観測記録の収集・体系的整理・信頼性検証、数値実験などの様々な手法を組み合わせながら、主にわが国に影響した地震津波の再現性における不確実性を系統的に分析する。その結果に基づき断層モデルの不確実性を評価するとともに、複数のイベントにおいて同様の分析を行い、統一した評価基準を用いて断層モデル群の不確実性の定量化を目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究課題は以下の4項目に基づき実施する。令和6-9年度においては主に(1-2)を行いながら、その結果に基づき随時(3)を行う。令和9-10年度においては、継続して(3)を行うとともに、成果の取りまとめに向けて(4)を行う。

(1) 既往イベントにおける津波の観測記録(波形・痕跡データ等)を収集および精査しながら津波の再現計算を実施し、観測記録と計算結果の比較などを通して断層モデルの不確実性を分析する。
(2) 様々な既往イベントを対象としながら断層モデルの不確実性を評価し、それらの断層モデルのスクリーニング評価を実施して不確実性の高い断層モデルを抽出する。
(3) 不確実性が高い断層モデルにおいて、それをもたらしている要因を特定する。可能な場合にはその断層モデルを再構築することによって不確実性の低減を図る。
(4) 断層モデル群の不確実性の統一評価に向けて、それを定量化する指標を開発し、その結果を視覚化する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本研究計画に沿って、前年度に引き続き(1)断層モデルの不確実性評価に向けた既往地震・津波イベントの整理と情報収集、(2)沿岸津波波形を用いた震波源逆解析手法の課題整理、(3)津波予測に基づく代表的な巨大地震の断層モデルの不確実性評価に資する分析を実施した。得られた成果の概要を下記に

記載する。
前年度に引き続き、2024年能登半島地震及び12世紀北海道南西沖地震の断層モデルとそれらによる津波を分析した。能登半島地震津波において、能登半島の北東に広がる波源域を考慮することにより新潟県上越市で観測された津波を精度良く再現可能であることがわかった。先行研究が提案した12世紀地震の断層モデルは、そのイベントに対比される津波堆積物の分布範囲が十分に浸水するように津波計算を用いながら構築したものである。しかしながら詳細な分析を実施した結果、先行研究が推定した断層すべり量は津波氾濫推定における陸上沿岸地形の不確実性に起因して過大評価になっている可能性があることがわかった。
2025年カムチャッカ地震・17世紀千島海溝巨大地震・南海トラフ域で発生した地震に関する分析を開始した。わが国で観測された2025年・1952年カムチャッカ地震による津波は波形レベルで酷似していたことがわかり、両地震の特性も同様に類似している可能性が示唆された。17世紀地震に対して提案されている断層モデルによる津波を東北地方沿岸域で再現した場合、多数の沿岸域で無視できない津波氾濫が発生することがわかった。しかしながら、その津波による被害を報告した歴史史料は未発見である。一方、1611年に発生した慶長地震による津波は、ある沿岸域では再現された17世紀地震による津波を下回る規模であったのにも関わらず、その被害に関する歴史史料が発見されている。これらのことから、17世紀地震の断層モデルにより再現される津波は、津波に関する歴史史料の発見状況等から類推される当時の状況と整合しない可能性があることがわかった。さらに、南海トラフ域（日向灘および東海地方）で過去に発生した地震による津波の予備的な分析を実施し、既往断層モデルの精度・不確実性を検証した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
本研究と関連の深い建議の項目「3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究 (1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化 イ. 津波の事前評価手法」では断層モデルの見直し等による想定津波の再検討などを通じて津波の事前評価手法を高度化するとされている。また「5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究 (3) 千島海溝沿いの巨大地震」では、津波の地域的な増幅氾濫特性を評価する手法等を検討し、津波予測の空間分解能の向上を目指すとされている。本研究で前年度から引き続き実施した、断層モデル構築手法および既往地震の断層モデルの分析と津波予測は、建議の研究計画に遂行に資する研究内容でありその目的達成に大きく貢献している。
既往地震・津波特性の推定や検証を実施する本研究は、今後発生することが懸念される巨大地震・津波の想定や予測の高度化および不確実性の低減を加速させる研究として位置づけられる。巨大地震発生領域を研究対象とする各研究グループと引き続き情報共有を図りながら、地震・津波想定の高度化に貢献する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

Tsushima, H., Y. Hayashi, and T. Yamamoto, 2025, In-Depth Evaluation of Inversion of Coastal Tsunami Waveforms Utilizing Tsunami Source Constrained by Offshore Tsunami Waveforms From a Wide, Dense Observation Network: Application to the 2016 Mw 6.9 Off-Fukushima Earthquake, Japan, 12, 8, doi:10.1029/2024EA004043, 査読有, 謝辞無

Yamanaka, Y., Y. Matsuba, T. Shimozono, and Y. Tajima, 2025, Tsunami penetration along a river: insights from the tsunami following the 2024 Noto Peninsula Earthquake, Japan, Coastal Engineering Journal, 67, 4, doi:10.1080/21664250.2025.2554434, 査読有, 謝辞有

Yamanaka, Y., Y. Atobe, Y. Tsutsui, K. Okada, H. Takahashi, Y. Tanioka, 2025, Comparison of the tsunamis following the 2025 and 1952 Kamchatka Earthquakes, Russia: field observations along the Japanese coast, Earth Planets Space, 77, 193, doi:10.1186/s40623-025-02329-z, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

筒井優斗・山中悠資, 2025, 津波の波動特性を考慮した12世紀北海道南西沖地震の断層モデル検証, 日本地球惑星科学連合大会, HDS10-P06

山中悠資・対馬 弘晃, 2025, 17世紀に発生した千島海溝巨大地震の断層モデルの検証, 地震学会秋季大会, S17-06

Yamanaka, Y., Y. Matsuba, T. Shimozono, and Y. Tajima, 2025, Investigation of the tsunami generated by the 2024 Noto Peninsula Earthquake using video analysis and numerical simulation, International Tsunami Symposium

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和6-7年度に実施した分析を継続し、既往地震の断層モデルの断層パラメータや観測記録の収集・整理を実施しながら断層モデルの不確実性を評価する。これまでに対象としたイベントも含め、不確実性が高いと考えられる断層モデルについては詳細な分析を実施するとともに可能な場合はそれを再構築する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山中悠資（北海道大学大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
対馬弘晃（気象庁気象研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学大学院理学研究院
電話：011-706-3591
e-mail：isv-web@ml.sci.hokudai.ac.jp
URL：https://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：山中悠資
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和７年度年次報告

課題番号：HKD_06

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地理空間情報の総合的活用による災害への社会的脆弱性克服に関する応用研究
（英文）Applied research on overcoming social vulnerability to disasters through the comprehensive use of geospatial information

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
イ. 津波の事前評価手法
４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究は，地理空間情報，GIS，衛星測位だけでなく，現在社会的に推進されつつあるDXに対応させるため現代的ICT技術であるVRやARなども統合し，避難行動に関するマイクロジオデータ等を収集して，防災・減災に関して社会的有効性の高い統合情報システムと活用方法の開発を行う。それにより，開発と災害リスクの関係について分析を行い，「災害に対する社会的脆弱性（Vulnerability）」について，人文社会科学と自然科学の両方の立場から議論を行う。

さらに期間中には，防災リテラシー向上ための防災教育に関する研究を行う。令和4年度から高校では「地理総合」が必履修科目となり，その中では地図/GIS教育および防災教育が行われる。この「地理総合」を核として，小学校から大学まで一貫した防災教育を展開する可能性を視野に入れ，地理空間情報を活用した防災リテラシー向上のための教育に関する研究を行う。特に，地理空間情報やGISを援用して災害に関する「教材の現地化」を進めることにより，防災リテラシーと地図リテラシーを同時に向上させるための手法開発などを行い，「災害に対する社会的脆弱性（Vulnerability）」克服のための可能性を探る。

本研究は，地震本部により発生が切迫している日本海溝・千島海溝周辺の超巨大地震による津波を想定し，北海道太平洋沿岸（釧路市，函館市，苫小牧市など）の積雪寒冷地を主なフィールドとして研究を進める。これらのフィールドは，道路の凍結や，堆積した雪による歩道の幅員減少など，冬季（積雪期）に避難移動を困難にする要素が増加する。このような状況を想定し，本研究は積雪寒冷地における生活環境の季節差に注目して研究を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

2024年度：GIS・衛星測位・地理空間情報を統合した基盤システム開発

日本海溝・千島海溝周辺の超巨大地震による津波を想定し，北海道太平洋沿岸地域を対象として，災害の人文社会学的研究のための地理空間情報，GIS，衛星測位を統合した基盤システムを開発する。日本の準天頂衛星システムが2017年度に衛星4機体制となったことで，衛星測位で取得できる位置データや標高データの精度が大幅に向上した。そこで，この測位データの最適な使用環境を考慮してシステムを構築した上で，準天頂衛星システム以外にも様々な方法で取得できるジオマイクロデータ（高精度で高精細な地理空間データ）の活用方法の開発と実証実験を行い，さらに従来の空間分析手法の改良などを行う。
当年度では2020年国勢調査小地域統計など最新の人口や土地利用を収集し，これまでに収集したデータと融合させて，分析に用いる時空間データベースの作成を行う。

2025年度：津波想定域の可視化技術および避難困難地域の抽出法の開発
北海道から公表されている津波浸水想定GISデータなどの地理空間情報のGeo-visualizationを行った上で，低コストのハザードマップ作成技術を開発し，自治体や学校などの教育機関に提供する。また，津波浸水による津波被害に関する分析，避難施設と避難困難地域（津波到達までに避難場所に到達できない地域）に関する分析，住民の避難行動に関する分析などを行う。その際には国土地理院の数値標高モデルなどを利用し，積雪時や路面凍結時における避難路の傾斜に応じた歩行速度低下を考慮した分析手法を開発する。

2026年度：津波避難支援システム開発と積雪期の避難障害に関する空間分析
積雪寒冷地である北海道沿岸の事例市町村を選定し，避難訓練などで得られる集団の避難移動履歴データを収集し，それを津波浸水想定GISデータと重ね合わせることのできる津波避難ナビなどのシステムを開発する。これを用いて集団津波避難移動データの可視化を行い，非積雪期と積雪期における避難の障害を特定し，歩行速度低下の要因について分析する。積雪期と非違積雪期で結果を比較することにより，積雪の有無による避難行動の障害の相違を明確化する。この分析では，生活レベルのミクロな視点で「災害に対する社会的脆弱性」を検討する。

2027年度：津波集団避難実験と複合災害時避難研究への展開
津波を中心とする複合災害を想定し「災害に対する社会的脆弱性（Vulnerability）」に注目して分析を行う。集団避難のGPSログと津波浸水想定などの重ね合わせたデータに関する分析手法を複合災害にも適用できるように高度化し，多彩な状況に対応した分析を行えるようにする。津波避難ビルの階段上昇シミュレーションなどを行い，水平避難だけでなく垂直避難に関する分析も行うことで，津波避難ビルの課題抽出を行う。夜間の積雪時や，ブラックアウト発生時など特殊な環境での避難移動履歴データを収集するために，VRを用いた避難実験システムを構築する。これを用いて，避難移動に関して現実空間の模擬避難実験と仮想空間の避難シミュレーションを統合して研究を進める。また，避難者の意思決定についてはファジーAHPなどの手法を用いて分析する。

2028年度：高校「地理総合」を核とした小中高大の防災リテラシー向上に関する研究
教育機関を中心に研究成果の社会的発信を行う。2022年度から高校で必履修科目となった「地理総合」では，地図/GIS教育と防災教育が内容に含まれている。ここでは，この「地理総合」を核として，小学校から大学まで一貫した防災リテラシーの向上を目指して研究を進める。特に，高校「地理総合」に関しては，GISを援用して災害に関する「教材の現地化」を推進することで，防災リテラシーと地図リテラシーを同時に高め，身近で発生する可能性が高い災害について理解を深めるとともに，それへの対応について自ら検討し実行できる力を身につけることができるように，教育プログラムの提案に繋げる。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
2025年度には，津波避難支援システム開発と積雪期の避難障害に関する空間分析を中心に研究を進めた。そのために本研究では，北海道太平洋沿岸の事例市町村を選定し，避難訓練などで得られる集団の避難移動履歴データを収集し，それを津波浸水想定GISデータと重ね合わせることのできる津波避難ナビなどのシステムを開発した。これを用いて集団津波避難移動データの可視化を行って避難の障害を特定し，歩行速度低下など避難の障害となる要因について分析した。この分析では，生活レベル

のミクロな視点で「災害に対する社会的脆弱性」を検討した。

１．目的と方法

本研究では，これまでに防災リテラシー向上のための災害時避難に関する多くの分析を行ってきた。その中で，避難行動の意思決定を解明することは重要な課題となっている。これまで行動に関する意思決定の研究では，地理学や地理情報科学と，脳神経科学とで異なるアプローチがとられてきた。図1のように，地理学や地理情報科学では右側の環境が対象とされ，観察された現実世界での避難移動に対し，聞き取り調査やアンケート調査などで意思決定を明らかにする研究等が行われてきた。それに対して，脳神経科学では図左側の個人が対象とされ，テキストによる状況説明で脳神経活動を観察することにより意思決定を解明する試みが行われてきた。これら2つの立場は，お互いを補完し合うものであるが，技術的な問題などにより十分な研究が行われてきたとはいえない。

そこで本研究は，これら2種類のアプローチを融合させ，現実世界の避難行動における意思決定を，脳神経活動から明らかにすることを目的とした。さらに，結果として得られた知識を防災リテラシー教育に結び付けるための検討を行った。ただし，fMRI（機能的磁気共鳴画像法）を用いる脳神経活動の観測は実験施設内でしか行えないため，現実世界に準ずるものとしてVR空間での避難を研究対象とした。

研究方法は以下の通りである（図2）。まず，fMRIに対応したVR空間での疑似津波避難訓練システムを構築した。次に，このシステムで被験者に疑似避難を行ってもらい，その際の脳神経活動データを収集した。なお，脳神経活動の測定実験に関しては，東北大学スマート・エイジング学際重点研究センターMRI研究倫理委員会に研究計画書及び実験概要書を提出し，認可を得て実施された。さらに，撮像されたスキャンデータに対し，Statistical Parametric Mapping（SPM12）を用いて脳機能画像解析を行った。続いて，そのデータに関し，VR空間上の位置データを付加し，避難成功者と失敗者に分けて空間分析を行うことで，脳神経活動の空間特性の差異を把握した。最後に，得られた結果を防災リテラシー向上のための教育に結び付けるための検討を行った。

２．VR疑似避難訓練システムの構築

本研究では，被験者にVRの仮想空間で避難を行ってもらうため，VR疑似避難訓練システム（VETシステム）を構築した。被験者は，訓練内容とVR空間内での自分の置かれた状況の説明を受けた後に，音声で流れる大津波警報を聞いてから，VR空間上で避難移動を行った。

このシステムでは，停止地点であるノードと，それらを繋ぐリンクを設定した（図2）。ノード接続情報から進行可能な方向に経路選択アイコンが表示されるため，被験者は，このアイコンを選択して次のノードに移動した。なお，各ノードにおける景観は360度画像で表現されるため，被験者は任意の方向を見てから避難経路の選択を行った。

この実験の対象地域は，北海道函館市の観光名所であり，函館港付近に位置する金森倉庫の周辺である。この付近は， 2021年に公表された日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震による津波浸水想定によると5～10mの津波が到来する危険性がある（図3）。実験において被験者は，金森倉庫北側の地点から出発し，津波浸水領域外への到達を目標に避難を行った（図4）。

３．fMRIでの脳神経活動のデータ収集

本研究は，VETシステムでの避難中において，避難方向を決定する際の脳神経活動をfMRIで把握することを試みた。その際に，fMRIでの撮像に避難行動ログを一致させるため，撮像と操作のタイミングも記録した。なお，イベントの開始や終了に関しては，fMRIの信号を基に自動で制御するようにし，被験者は疑似避難行動時の視点切り替えと移動操作のみを行うようにした。

測定装置に入る被験者は体が固定されており，マウス操作ができない。そこで，1～9の数字を入力できるデバイスを用意し，これらのキーに右回転，左回転，進路決定のためのボタンを割り当てて，被験者に操作してもらった（図5）。また，装置内にはモニターやデバイスなどを設置できないため，被験者はバイザー型の鏡で反射させたモニターを見て避難してもらった。

fMRIを利用した脳神経活動の解析は，被験者が作業をしている状態（Task状態）と，作業をせず安静にしている状態（Rest状態）を比較して，活性化している脳部位を特定する（図6）。この実験では，経路選択後にノード間を移動する動画10秒とブラック画面5秒を設定し，この15秒をRest状態とした。

疑似避難訓練では，570秒間の実験中に2秒間隔で撮像した。撮像されたスキャンデータの脳機能画像解析には，Statistical Parametric Mapping（SPM12）を用いて統計モデリングと推論を行った。

なお，今回はテストケースとして一般線形モデル解析（GLM解析）を用いた。ここでは，脳神経活動に対するfMRI信号の遅延を考慮した上で，Task状態においてRest状態と比べて統計的有意に活動が上昇した領域を抽出した。

実験は2024年3月29日・30日に東北大学において8名の被験者により行われた。まず，被験者には事前に実験趣旨と実験概要，fMRIに係る重要事項を説明し，最終的に許諾を得た。さらに，システムの操作説明を行い，操作確認を行った上で実験を開始した。

実験では，函館山に向かった避難の成功者は4名，市街地に留まった失敗者は4名であった。成功者は，いずれかのタイミングで函館山を認識し，高台を目指す行動を取った。失敗者は，函館山とは逆方向に移動し，経路選択時間を要する場面が見られた。実験終了後に行った聞き取り調査とアンケート調査から，これら被験者は「津波避難ビルを探した」「途中で現在地を見失った」「さらに海から離れようとした」など成功者とは異なる意思決定が行われていた。

４．脳神経活動の解析

全参加者を対象とした1st-level解析の結果，活性化が認められた部位には右上頭頂小葉（R.SPL）が含まれていた（図7）。ここは空間認知や空間定位に関係する重要な部位であるため，解析は，この部位を事例として行った。

なお，得られたデータではRest状態のBold（血中酸素レベル依存性）信号の値が被験者間で異なり，単純な比較が困難であった。そのため1つのノードで測定されたBold信号の最大値と最小値の差を活性化の指標として用いた（図8）。作業では，GISでノードごとにBold信号の最大値と最小値の差を入力し，脳神経活動の活性化の変化に関する空間解析を行った。

ここで被験者を成功者と失敗者の2グループに分け，経験ベイズクリギングにより避難移動に伴う活性化の変化傾向を見た（図9）。その結果，成功者のグループは，スタートから終了まで高い値が維持されており，移動全体で右上頭頂小葉の活動が維持されていた。それに対して，失敗者のグループは，スタート直後には高い値を示すものの，海から離れるにつれて低下する傾向が見られた。その後，このグループでは，再び右上頭頂小葉の活動が高まり，これは聞き取り調査およびアンケート調査の結果から，自身の現在地や避難方向が分からなくなって，新たに避難先を探そうとしたものと推察された。

５．防災リテラシー教育への貢献

本研究は，地理学や地理情報科学と脳神経科学のアプローチを融合させ，現実世界の避難行動における意思決定を，脳神経活動から明らかにした。そのために，本研究は，VR空間での災害時避難移動を行い，その過程における脳神経活動のデータを収集して，GISで結果の可視化を行った。その結果，避難の成功者と失敗者の間に，空間認知に関係する部位の活動が異なっており，「海から離れることだけでなく，標高の高い目的地を探す」という避難時の姿勢の大切さを，脳神経科学の立場からも明らかにできた。このことは，防災リテラシーを従来の知識習得にとどめず，空間認知力や柔軟な意思決定といった能力として捉える重要性を示している。本研究が事例とした右上頭頂小葉の解析では，活動が維持された成功群は避難行動全体で安定した空間認知を継続し，ランドマークを手掛かりに行動できた。一方，失敗群は環境の変化により活動が低下し，迷いやすい状況に陥った。これは空間的な柔軟性を育てる訓練の必要性を示している。この知見を防災リテラシー教育の指導内容や方法に結び付けることが重要である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は，地震調査研究推進本部により発生の切迫性が指摘されている日本海溝・千島海溝周辺の超巨大地震に伴う津波災害を想定し，人的被害の軽減に資する知見の創出を目的とした。とりわけ，地理空間情報，GIS，衛星測位といった従来の地理情報科学的手法に，VR・ARなどの現代的ICT技術を統合し，避難行動に関する高解像度のマイクロジオデータを取得・分析する枠組みを構築した点に本研究の独自性がある。

今回，GISとVR環境を基盤としてfMRIを結合させることにより，津波避難過程における脳神経活動を通じて，災害時の意思決定プロセスにアプローチした。この成果は，従来の避難研究が主として行動結果や主観的評価に依存してきたのに対し，避難判断の背後にある認知・判断メカニズムを客観的に捉える可能性を示すものであり，千島海溝地震による津波災害時の避難行動の高度化・最適化に向け

た基礎的知見として位置づけられる。
今後は，本研究で開発した統合情報システムと分析手法を発展させる。災害時の意思決定支援や避難行動誘導への応用研究から得られた知見を防災教育へと展開し，災害に対する社会的脆弱性（Vulnerability）の克服を目指す。特に，高等学校科目「地理総合」を核として，小学校から大学まで一貫した防災教育の枠組みを構想し，地理空間情報やGISを活用した災害教育の高度化へとつなげる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

橋本雄一・塩﨑大輔・三浦直樹・榊浩平・白濱幸弘・杉浦元亮，2025，災害時避難の意思決定を理解するためのGISと脳神経科学の統合（１）－VR空間上での津波避難の事例－，地理情報システム学会学術研究発表大会予稿集，34，D7-01．, 査読無, 謝辞有

塩﨑大輔・橋本雄一・三浦直樹・榊浩平・白濱幸弘・杉浦元亮，2025，災害時避難の意思決定を理解するためのGISと脳神経科学の統合（Ⅱ）－VR及びfMRIを用いた避難行動中の脳活動に関する空間分析－，地理情報システム学会学術研究発表大会予稿集，34，D7-02．, 査読無, 謝辞有

三好達也,・橋本雄一，2025，公開地理空間情報を利用したマルチチャンネル深層学習による土砂災害検出－平成30年北海道胆振東部地震を事例に－，地理情報システム学会学術研究発表大会予稿集，34，D5-02．, 査読無, 謝辞有

深田秀実・橋本雄一，2025，津波避難ビルにおける階段上昇避難シミュレーション手法に関する基礎的検討，日本危機管理防災学会2025年度研究大会予稿集，2025，85-86．, 査読無, 謝辞無

小野塚仁海・橋本 雄一，2025，災害による都市のデイリーリズム変化の時空間的特徴，日本地理学会発表要旨集，108，77-77．, 査読無, 謝辞有

塩﨑大輔・橋本雄一・三浦直樹・榊浩平・白濱幸弘・杉浦元亮，2025，VRとfMRIを用いた津波疑似避難に関する行動分析．情報処理学会研究報告，2025-IS-173(2)，1-5．, 査読無, 謝辞有

塩﨑大輔・深田秀実・橋本雄一，2025，VR 津波避難訓練システムを用いた港湾観光都市における率先避難と観光者の避難行動，情報処理学会研究報告，2025-IS-171(8)，1-5．, 査読無, 謝辞有

塚田尚幸・橋本雄一，2025，平成30年北海道胆振東部地震の復旧工事におけるワンストップ窓口の役割―札幌市里塚地区の事例―，地理学論集，100(2)，3-12, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

橋本雄一・塩﨑大輔・三浦直樹・榊浩平・白濱幸弘・杉浦元亮，2025，災害時避難の意思決定を理解するためのGISと脳神経科学の統合（１）－VR空間上での津波避難の事例－，第34回地理情報システム学会学術研究発表大会，D7-01．

塩﨑大輔・橋本雄一・三浦直樹・榊浩平・白濱幸弘・杉浦元亮，2025，災害時避難の意思決定を理解するためのGISと脳神経科学の統合（Ⅱ）－VR及びfMRIを用いた避難行動中の脳活動に関する空間分析－，第34回地理情報システム学会学術研究発表大会，D7-02．

三好達也,・橋本雄一，2025，公開地理空間情報を利用したマルチチャンネル深層学習による土砂災害検出－平成30年北海道胆振東部地震を事例に－，第34回地理情報システム学会学術研究発表大会，D5-02．

深田秀実・橋本雄一，2025，津波避難ビルにおける階段上昇避難シミュレーション手法に関する基礎的検討，日本危機管理防災学会 2025年度研究大会．

小野塚仁海・橋本 雄一，2025，災害による都市のデイリーリズム変化の時空間的特徴，日本地理学会2025年度秋季学術大会，413．

塩﨑大輔・橋本雄一・三浦直樹・榊浩平・白濱幸弘・杉浦元亮，2025，VRとfMRIを用いた津波疑似

避難に関する行動分析．情報処理学会第173回情報システムと社会環境研究発表会，2025-IS-173(2).

塩﨑大輔・深田秀実・橋本雄一，2025，VR 津波避難訓練システムを用いた港湾観光都市における率先避難と観光者の避難行動，情報処理学会第171回情報システムと社会環境研究発表会，2025-IS-171(8).

橋本雄一，2025，GISによる防災と地理教育（基調講演），特定非営利活動法人Digital北海道研究会「GIS Day in はこだて 2025 Part2」.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

積雪寒冷地である北海道沿岸の事例市町村を選定し，避難訓練などで得られる集団の避難移動履歴データを収集し，それを津波浸水想定GISデータと重ね合わせることのできる津波避難ナビなどのシステムを開発する。これを用いて集団津波避難移動データの可視化を行い，非積雪期と積雪期における避難の障害を特定し，歩行速度低下の要因について分析する。積雪期と非違積雪期で結果を比較することにより，積雪の有無による避難行動の障害の相違を明確化する。この分析では，生活レベルのミクロな視点で「災害に対する社会的脆弱性」を検討する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

橋本雄一（北海道大学文学研究院）, 高橋浩晃（北海道大学理学研究院）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学 大学院文学研究院
電話：
e-mail：
URL：https://www.let.hokudai.ac.jp/staff/hashimoto-yuichi

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：橋本雄一
所属：北海道大学 大学院文学研究院

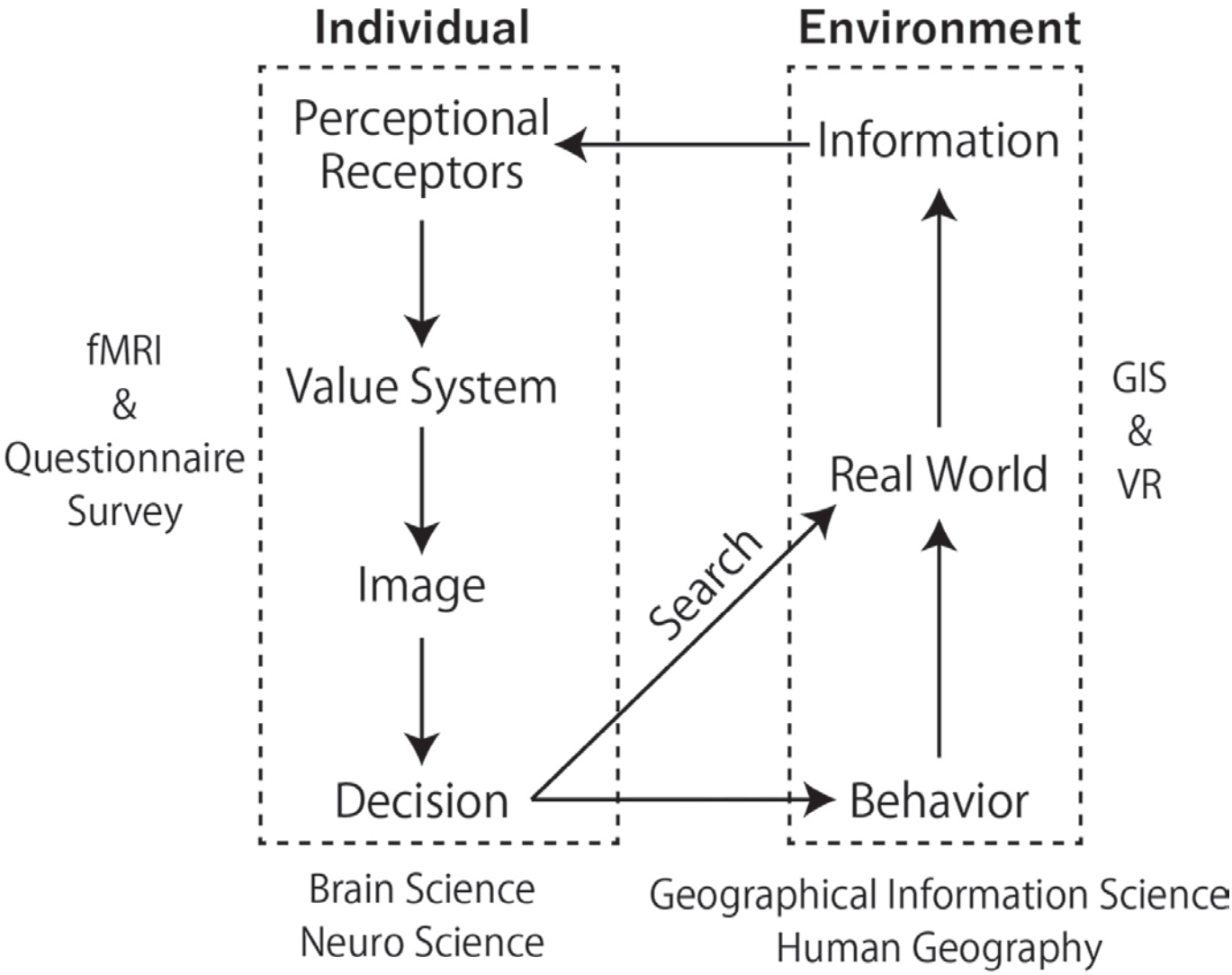


図1　本研究における空間認識

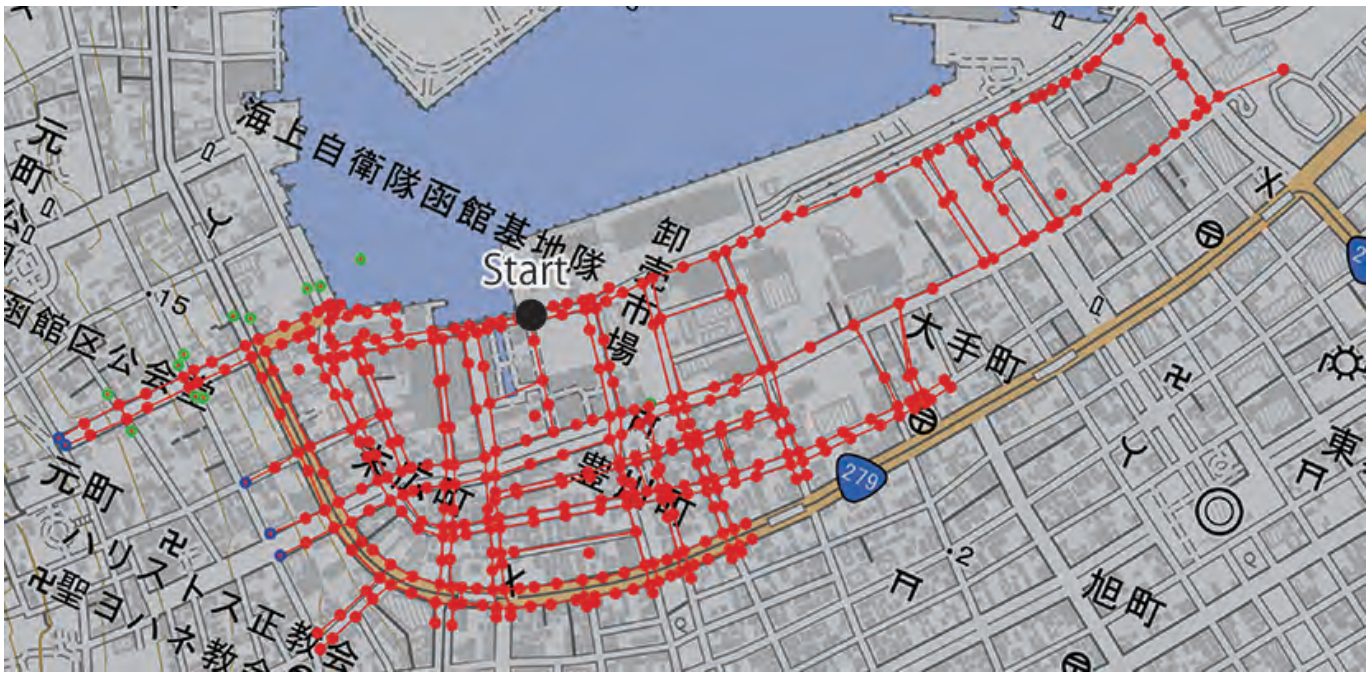


図2　開発中のVETシステムにおけるノードとリンク

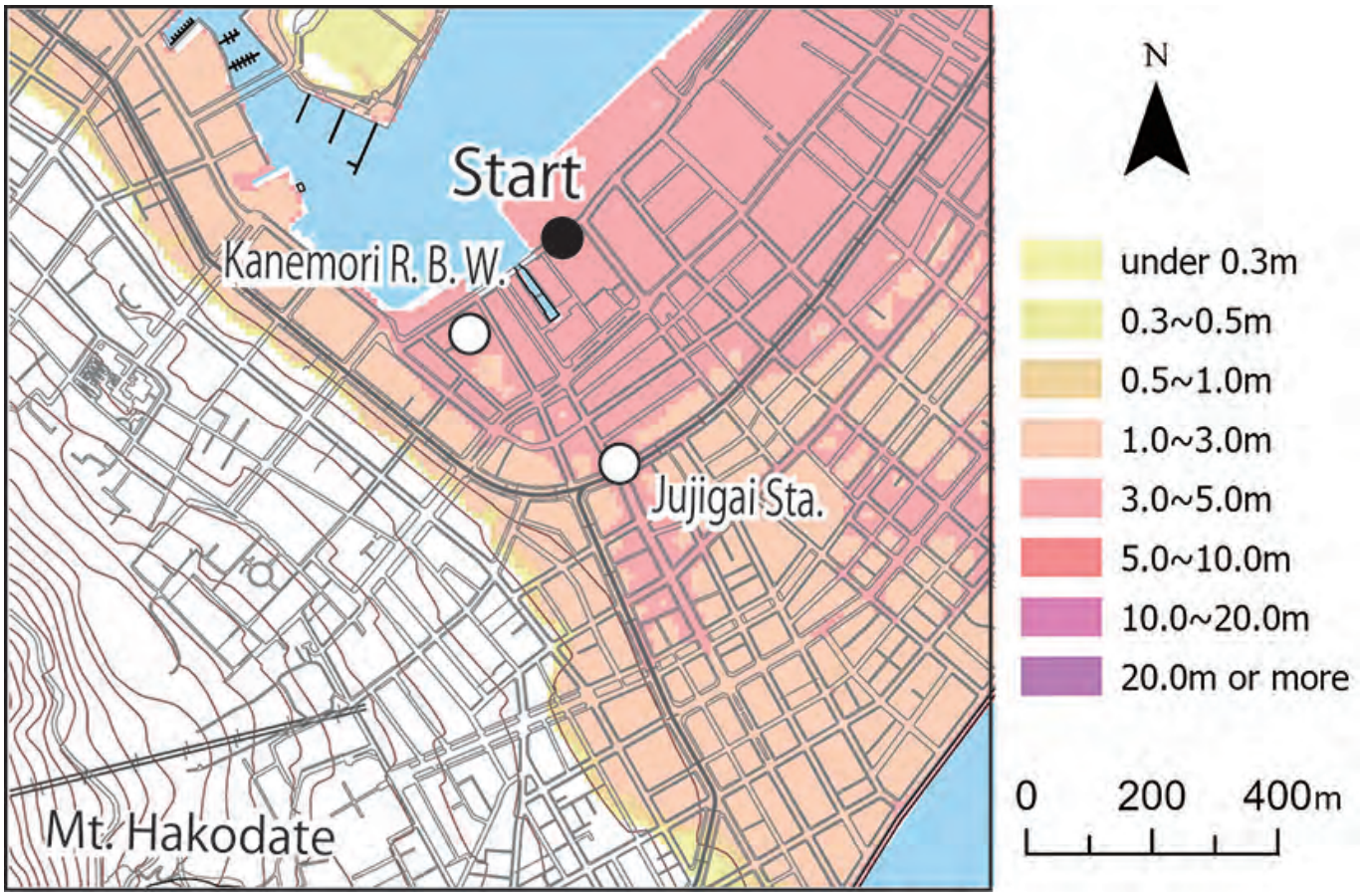


図3　研究対象地域の津波浸水想定

Start











図4　VR空間上での避難移動



図5　実験で使用したモニターとデバイス

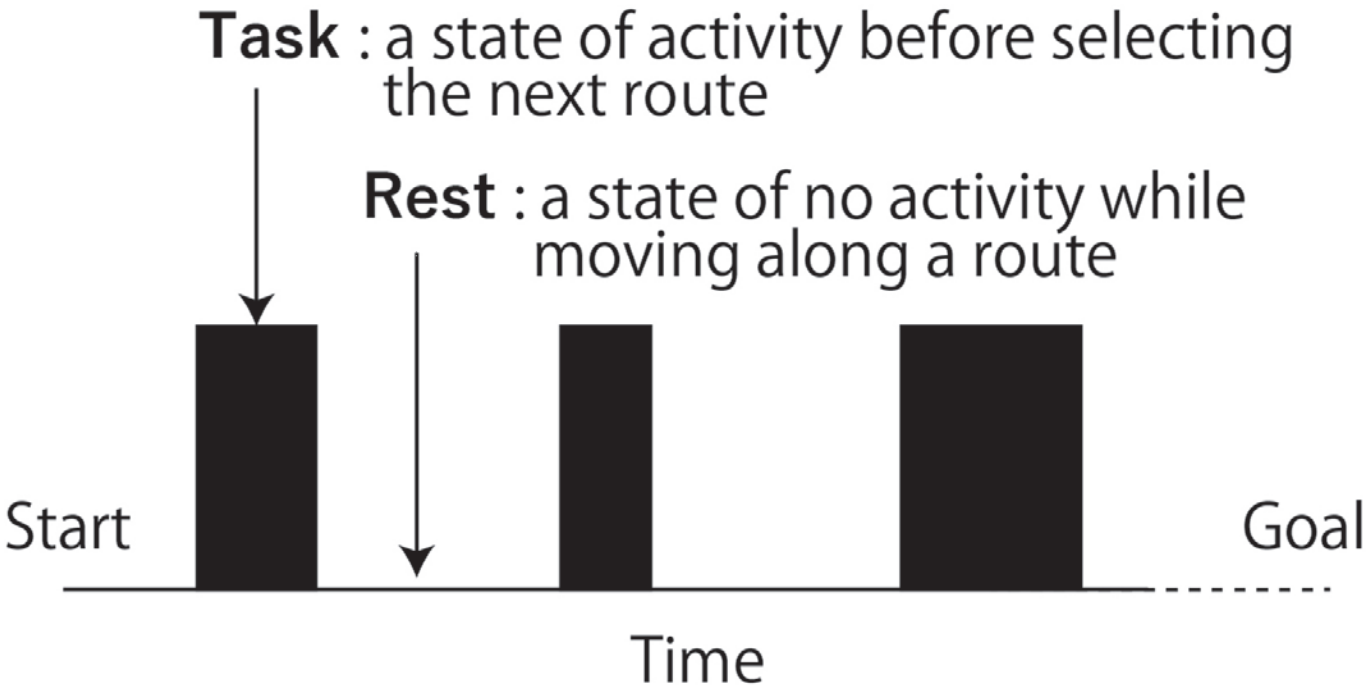


図6　Task状態とRest状態

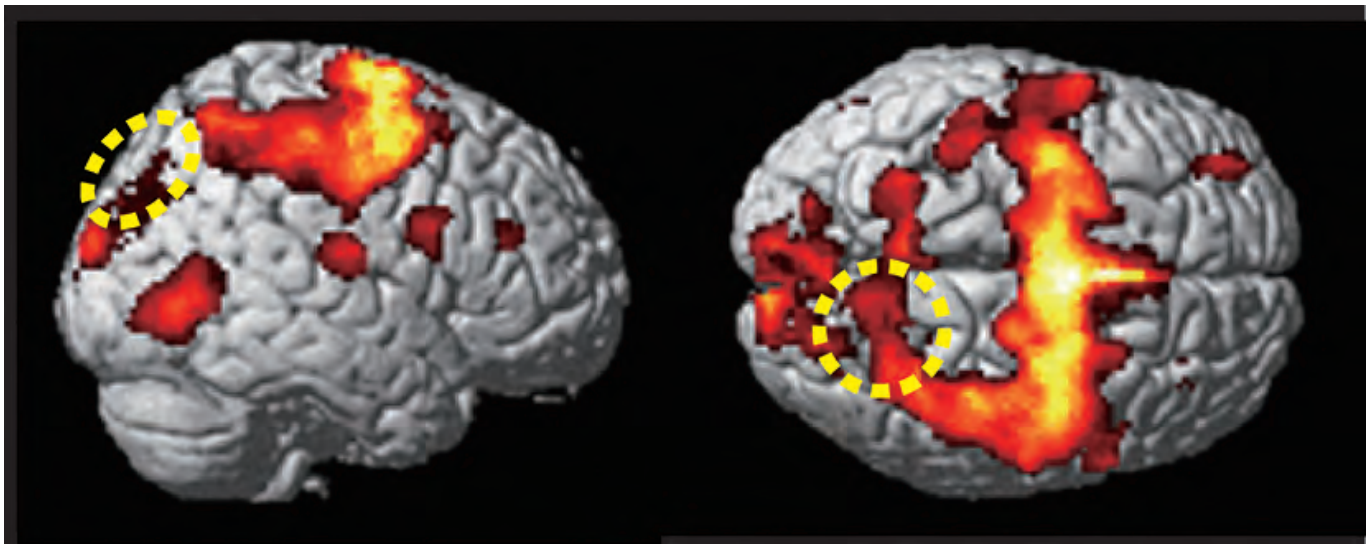


図7　脳の活性化状態の例

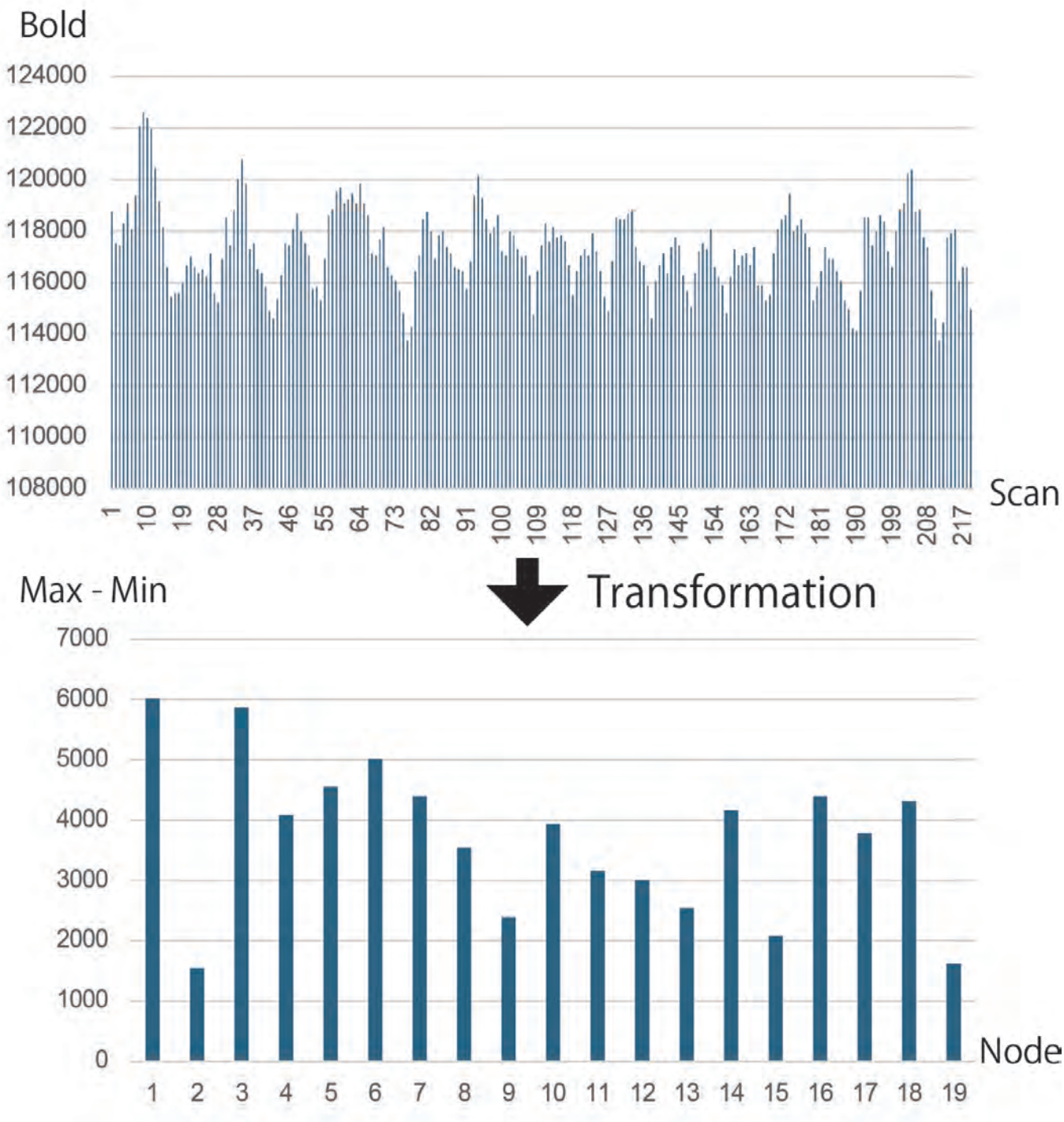
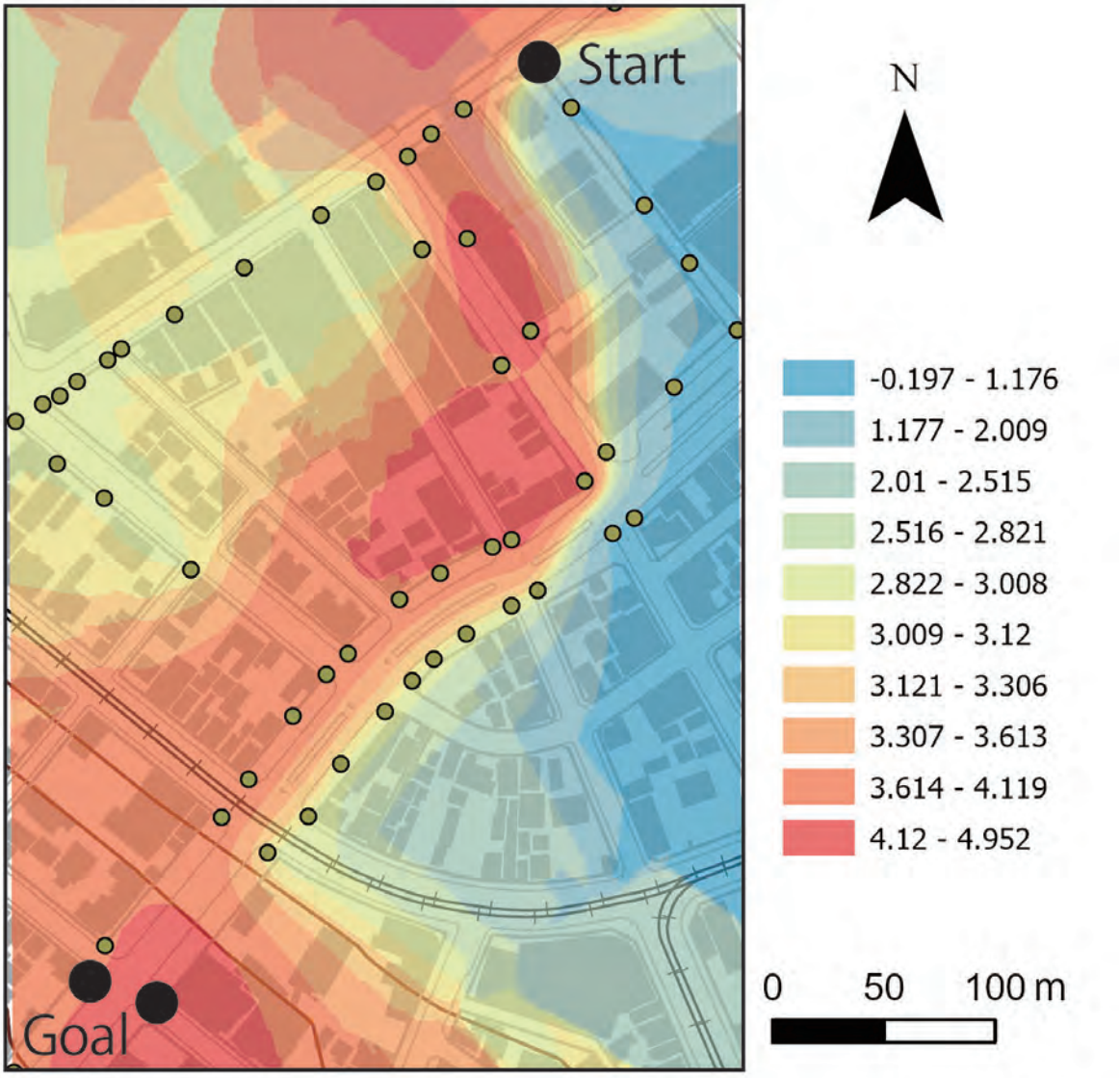


図8　各ノードにおけるBold信号データの変換

Successful Evacuation



Failed Evacuation

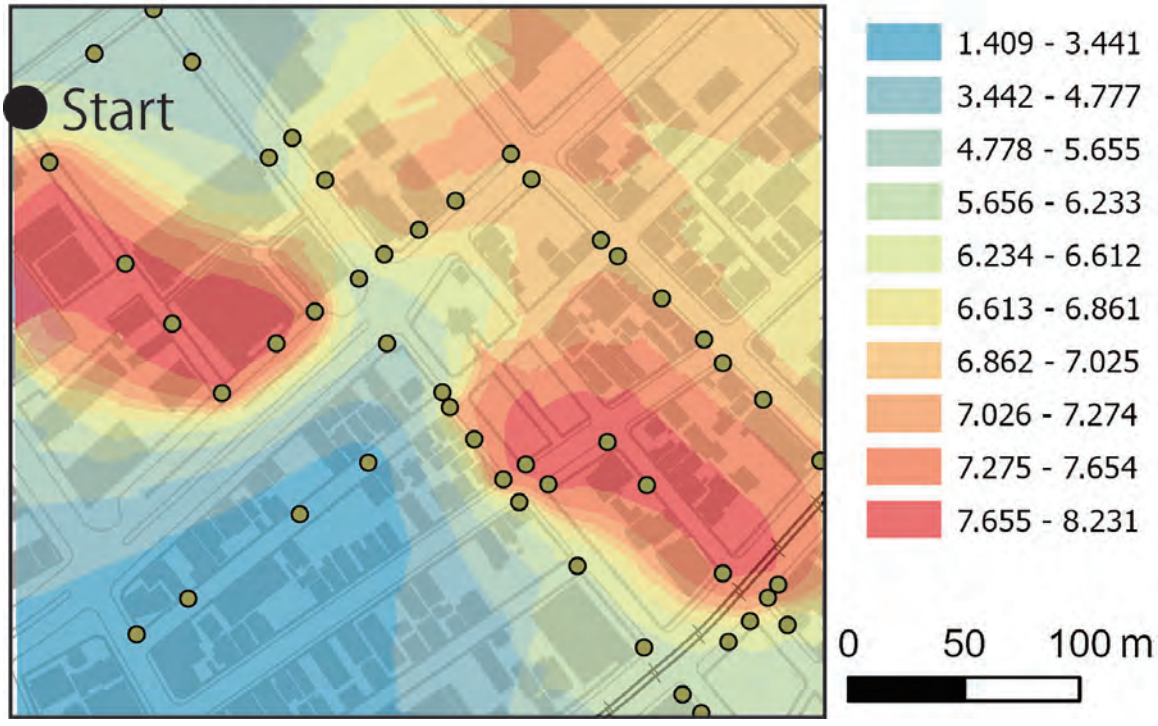


図9　避難成功者と失敗者の脳活性化状態

令和７年度年次報告

課題番号：HKD_07

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究
（英文）Comprehensive research on great earthquake and tsunami disaster mitigation in Kuril trench

（3）関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
イ. 津波の事前評価手法
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備
イ. 観測・解析技術の開発
ウ. 地震・火山現象のデータ流通
(3) 関連研究分野の連携強化
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

千島海溝沿いの巨大地震総合研究グループの基幹課題として、関連課題との連携のもと、地域防災力の向上に貢献する研究を総合的に実施する。海陸観測を実施し地震活動やプレート間固着などの地殻活動の時空間変化をモニタリングする。津波事前予測の空間分解能の改善に関する手法開発や、地震動事前予測に関する震源特性や地下構造の調査を進める。北海道・三陸沖後発地震注意情報に関する社会調査を実施する。斜面等に敷設されたライフライン施設に地震動が与える影響を検討する。関係機関や自治体と防災情報の利活用等を検討するほか、一般向けシンポジウム等を実施し防災リテラシーの向上を目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

・海底地殻変動観測：根室沖の既存観測点で５か年中に数回程度船舶等による海底地殻変動観測を行う。可能な場合には、十勝沖に予定される新たな海底基準局でも観測を実施する。得られたデータからプレート間固着状況の推定を行う。
・地震活動評価：地震カタログや海底地震観測データを用いて、地震活動の静穏化の統計的性質や構造変化、後発地震の発生履歴などを検討する。
・津波事前評価：既往津波で津波予測との差異が見られた地域を抽出し、津波増幅特性のモデル化を行う。また、防潮堤などの構造物の影響を加味し、津波事前予測の振れ幅に関する検討を行う。
・地震動事前評価：十勝根室沖で発生する地震の震源特性を調査するとともに、地下構造を反映させる地震動予測手法の改良を札幌都市圏等を対象に行う。
・北海道・三陸沖後発地震注意情報：定期的に社会調査を実施し、情報認知度の時空間変化を明らかにする。また、情報が発表された場合には、その社会影響に関する調査を行う。
・ライフライン被害：斜面等に敷設されたライフライン施設に地震動が与える影響を定性的に予測する手法を検討する。
・地域連携・防災リテラシー：関係機関や自治体と連携し、防災情報の事前防災での利活用や住民の防災行動促進について検討する。一般向けシンポジウムなど通じて防災リテラシーや防災対応行動の向上を図る。
・関連課題との連携：関連課題と連携して総合研究グループ研究集会を実施し、情報共有や成果の共通化・連関化を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

十勝沖の海域に海底地殻変動基準局2か所を新たに設置し、初回観測を実施した。2019年以降の観測で得られた根室沖3か所の海底基準局の地殻変動ベクトルを用いたモデル化を複数の地下構造モデルを考慮して行い、プレート境界浅部まで強く固着していることが高い確度で確認された。本結果は、津波を効率よく励起するプレート境界浅部における運動学的固着を支持するとともに、17世紀に発生した超巨大地震（Mw8.8）の断層モデルで想定された浅部プレート境界の大すべりが将来発生し得る可能性を裏付けるものであり、津波防災上、極めて重要なデータである。

Natural timeを用いた地震活動の解析手法を2003年十勝沖地震前後の期間に適用し、本震の約１か月前に統計的にも有意な指標の変化が検出された。千島海溝から日本海溝北部にかけて過去に発生した群発的活動や、後発地震がより大きかった事例の収集を行った。

千島海溝の17世紀津波の波源の妥当性を検討するため、三陸沿岸部での津波波形をシミュレートし、被害を生じさせる程度の高さや浸水が発生する可能性を示した。津波浸水のリアルタイム予測に向けた津波伝播・氾濫のデータ同化手法の検討を継続し、十勝根室沖に仮想津波波源を想定した場合、S-netを用いた津波浸水予測では浸水面積が過小評価となることが示された。2025年7月30日に発生したカムチャツカ地震に伴う津波について北海道東部沿岸で痕跡調査を行うとともに、1952年カムチャツカ地震の津波波形との比較を実施し、東北以北の験潮波形が1952年と2025年で高い類似性を有することを見出した。

2025年12月8日に発生した青森県東方沖の地震（Mw7.4）及びその周辺で発生した地震を利用して、被害予測への応用が期待される周期別の疑似速度応答スペクトル距離減衰式の検証を行い、減衰構造の効果を考慮した予測式が観測値の空間分布を再現することが確認された。震源に近い八戸では短周期成分に予測式との乖離が見られ、非線形効果の影響が示唆された。

2025年7月30日に発生したカムチャツカ地震の津波、及び2025年12月8日の青森県東方沖地震後に発表された北海道・三陸沖後発地震注意情報の直前と直後にインターネットアンケート調査を実施した。カムチャツカ地震津波では、半数を超える人が事前に決めていた場所へ避難したこと、自動車避難が半数程度であり渋滞を課題とした人が最多であったこと、津波警報が出ていた時間の長さが妥当と考える人が半数程度であることが明らかになった。後発地震注意情報では、情報の認知度が30%程度から80%程度に上昇したこと、地震の発生可能性が1%程度である主観確率の認知も30％となったこと、普段の備えの再確認があまり行われなかったこと等が明らかになった。

地震時にライフラインに影響を及ぼす斜面崩壊の予測に向けて、地震動による岩盤地すべりの特徴抽出を行った。2018年胆振東部地震時に多数発生した斜面崩壊をテストデータとしてタイプ分けを行い、地震時岩盤地すべりは、特に大規模なものは深層タイプが多いことが明らかになった。

大津波警報や後発地震注意情報を適切に住民に伝えるため、NHKと札幌管区気象台と協力し、釧路管内沿岸市町の防災担当との意見交換会を実施し、警報時のアナウンスや画面テロップの検討を行った。また、事前復興計画の普及に向けて、事前復興計画の勉強会を実施した。在札幌６テレビ局と大津波警報や後発地震注意情報時の報道に関する意見交換会を札幌管区気象台と協力して３回実施し、状況に応じたアナウンスの相場観やフェーズごとに変化する伝えるべき内容について課題を共有した。また、釧路管内沿岸市町とカムチャツカ地震津波時の避難の課題について情報共有を実施するとともに、自治体・業界団体・官公庁等での地震津波の関する防災普及活動を実施した。総合研究グループ集会を開催し、各課題の成果及び関係する情報の共有を行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

発生が切迫しているとされる千島海溝沿いの巨大地震災害の軽減に関係する観測・社会調査・社会連携が着実に実施された。海底地殻変動観測からは被害想定で用いられた津波波源モデルの妥当性が確認されてリスク管理の必要性が改めて認識され、カムチャツカ地震津波時の社会調査からはテレビや防災無線が津波避難を促進する大きな役割を担うことが示され、それを受けて自治体とテレビ局とで効果的な避難呼びかけに向けた検討が行われるなど、観測を対策までつなげる取り組みが行われた。今後も、各課題の研究を推進するとともに、社会調査や自治体ヒヤリング等から明らかになった社会動向や課題にも随時留意し、地域防災力の強化に資する実効的な研究を進めていく必要がある。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

高橋浩晃，2025，千島海溝沿いの巨大地震と防災対策の現況，地震ジャーナル，79，32-48，2025., 査読無, 謝辞無

Yamanaka, Y., Atobe, Y., Tsutsui, Y. et al. Comparison of the tsunamis following the 2025 and 1952 Kamchatka Earthquakes, Russia: field observations along the Japanese coast. Earth Planets Space 77, 193 (2025). https://doi.org/10.1186/s40623-025-02329-z, 査読有, 謝辞有

Tomita, F., Y. Ohta, M. Kido et al. 2026, Seafloor geodetic evidence of slip deficit near the southwestern Kuril Trench, Communications Earth & Environment, accepted., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

跡邊陽太・山中悠資，Numerical Experiments on Tsunami Inundation Estimation Using a Data Assimilation Approach, JpGU2025, HDS10-04, 2025.

勝俣啓，2025，2003年十勝沖地震前の地震活動のNatural time解析と統計的有意性，日本地震学会2026年度秋季大会講演予稿集，S09-03.

林能成・高橋浩晃，2025, 2025年カムチャツカ半島地震による津波警報への住民対応の地域比較，日本地震学会2026年度秋季大会講演予稿集，P25-09.

山中悠資・対馬弘晃，2025, 17世紀に発生した千島海溝巨大地震の断層モデルの検証，日本地震学

会2026年度秋季大会講演予稿集，S17-06.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：社会調査：アンケート（インターネット）
概要：2025年7月30日に発生したカムチャツカ地震津波の津波避難等に関する社会調査を実施した
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道、宮城県、神奈川県、静岡県、和歌山県
調査・観測期間：2025/8/7-2025/8/12
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：社会調査：アンケート（インターネット）
概要：北海道・三陸沖後発地震注意情報に関する年次社会調査を実施した
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道、宮城県、茨城県
調査・観測期間：2025/12/4-2025/12/9
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：社会調査：アンケート（インターネット）
概要：12月8日青森県東方沖の地震に関して12月9日に発表された北海道・三陸沖後発地震注意情報に関する社会調査を緊急的に実施した
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道、宮城県、茨城県
調査・観測期間：2025/12/16-2025/12/22
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地殻変動：GNSS音響結合方式海底地殻変動観測
概要：十勝沖に新たに２か所の海底基準局を設置し観測を実施した
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道十勝沖
調査・観測期間：2025/8/-2025/9/
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

傭船が可能な場合には千島海溝南部での海底地殻変動観測を実施する。
千島海溝南部の地震活動の時空間特性を検討する作業を継続する。
津波浸水の不確実性評価に関する断層モデル・津波伝播・氾濫予測に関する研究を継続する。
北海道の強震動予測に向けた地震動予測手法の高度化を継続する。
北海道・三陸沖後発地震注意情報の認知度の時空間変化の把握を行う社会調査を実施する。
地震動による社会インフラ被害予測に向けた地震性地すべり予測手法の開発を継続する。
自治体や関係機関と協力して防災情報の改善に向けた検討を行う
総合研究グループ集会を開催し、グループ内各課題の成果及び関係する情報の共有を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）, 勝俣啓（北海道大学大学院理学研究院）, 村井芳夫（北海道大学大学院理学研究院）, 大園真子（北海道大学大学院理学研究院）, 山中悠資（北海道大学大学院理学研究院）, 高井伸雄（北海道大学大学院工学研究院）, 橋本雄一（北海道大学大学院文学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
太田雄策（東北大学大学院理学研究科）, 東龍介（東北大学大学院理学研究科）, 日野亮太（東北大学大学院理学研究科）, 木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）, 福島洋（東北大学災害科学国際研究所）, 富田史章（東北大学災害科学国際研究所）, 林能成（関西大学社会安全学部）, 飯沼卓史（海洋研究開発機構）, 石丸聡（北海道立総合研究機構）, 仁科健二（北海道立総合研究機構）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学大学院理学研究院
電話：011-706-3591
e-mail：isv-web@ml.sci.hokudai.ac.jp
URL：https://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：高橋浩晃
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和７年度年次報告

課題番号：HKD_08

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地殻変動等多項目観測データの全国流通一元化公開システムの運用と高度化
（英文）Operation and improvement of nationwide crustal deformation open data platform

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（5）本課題の５か年の到達目標：

全国の大学や気象庁等の地殻変動連続観測などの長周期・長期間の多項目観測データを流通・蓄積・公開を行うシステムを安定的に運用し、観測研究の研究基盤としてオープンデータとしての利用を促進する。新たな観測点・観測項目への対応、解析機能の追加、既存機能の高機能化などを行う。必要に応じて過去の観測データを収集整理してアーカイブする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

地殻変動連続観測等のデータ流通の一元化・蓄積・公開を継続する。サービスを安定して行うため、システムを支えるサーバのセキュリティや利用言語のアップデートへの対応を実施する。サーバやストレッジを更新し運用の安定化とデータ保存の確実化を図る。新たな観測点や観測項目についてデータ提供機関との調整を行い必要に応じてモジュール等の開発を行う。データベースにプラグインされているデータ解析機能の改良を行う。必要に応じて、過去データを収集整理しアーカイブする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

地殻変動連続観測をはじめとする多項目観測データサーバーを運用し、大学や気象庁等の関係機関から全国的に流通する観測データを一元的に収集・アーカイブするとともに、簡易解析機能を通じてデータを公開するシステムを安定的に運用した。また、同時に収集している国土地理院のGNSS座標時系列データについて、新バージョン5.1への対応を行った。関係機関と連携し、地殻変動連続観測データの利用拡大に向けた方策について検討を行い、大学学部の卒業研究や修士課程研究における活用を促進する取り組みを検討することとした。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

建議の項目「地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開」に貢献するデータベースを構築・運用し、データの公開を行うプラットフォームを安定的に提供した。ひずみ計や傾斜計等の長周期データのリアルタイム流通公開を行う仕組みやデータベースは本邦では本システムのみであり、地震火山

に関連する研究や監視を支える基盤的システムとして建議に貢献している。今後のデータサーバーを安定的に運用することで、地震火山の災害軽減研究に必要な基盤的データを供給する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

小田雄大・風間卓仁・高橋浩晃，2025，2022 年トンガ火山噴火の大気波伝播に伴う地盤変動のモデル化と観測的検証，日本測地学会第144回要旨集，024.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

地殻変動連続観測等のデータの流通・アーカイブ・公開を一元的に行うサーバーを安定的に運用する。必要に応じて、新たな観測点追加に関係するデータ収録プロトコルの追加や、システムの運用に必要な言語やディスクの更新を実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）

他機関との共同研究の有無：有

岡崎紀俊（地方独立行政法人北海道立総合研究機構）, 太田雄策（東北大学大学院理学研究科）, 名和一成（国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター）, 露木貴裕（気象庁気象研究所）, 下山利浩（気象庁地震火山部）, 新谷昌人（東京大学地震研究所）, 板寺一洋（神奈川県温泉地学研究所）, 本多亮（神奈川県温泉地学研究所）, 鷺谷威（名古屋大学大学院環境学研究科）, 伊藤武男（名古屋大学大学院環境学研究科）, 山崎健一（京都大学防災研究所）, 山下裕亮（京都大学防災研究所）, 西村卓也（京都大学防災研究所）, 松島健（九州大学大学院理学研究院）, 中尾茂（鹿児島大学大学院理工学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学大学院理学研究院
電話：011-706-3591
e-mail：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp
URL：https://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：高橋浩晃
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和７年度年次報告

課題番号：HMEV01

（1）実施機関名：

東京大学地震火山史料連携研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）歴史地震・噴火に関する分野横断的なデータベースとコミュニティカタログの構築
（英文）Development of Interdisciplinary Database and Community Catalog for Historical Earthquake and Volcanic Eruption

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
イ. 考古データの収集・集成と分析
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）本課題の５か年の到達目標：

これまでに構築してきた歴史地震・火山噴火に関するデータベースを拡充し、考古学、地質学、地形学などより広範な関連分野のデータとの統合を可能にするデータベースシステムを構築する。また、史料から得られる情報を地震学や火山学において効果的に利用するため、史料表現の定量化・数値化の高度化や、歴史地震・噴火イベントのコミュニティカタログの作成に取り組み、5年目にはその成果もデータベースに統合する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

〇地理情報の付与による地震・噴火史料のGISデータ化（R6-R10年度）
東京大学史料編纂所の課題と連携し、構築された地名辞書を活用して史料に記述された被害発生場所などの地名を抽出し、位置情報（緯度・経度）を付与する。同名異地点あるいは同音異字の地名、

複合地名の処理や、辞書に未収録の地名の処理などの課題を解決する。
　ジオリファレンスなどの技術を用いて絵図などの図像史料についても現代の地理空間上で分析する方法を検討する。他の様々なGISデータとの重ね合わせが可能になり空間的な解析が可能になるため、データの分析や利活用の方法について検討する。効率的なデータ共有方法や、オープンサイエンスの手法も活用する。

〇考古データ（「歴史災害痕跡データベース」）や地質、地形データとの連携（R6-R10年度）
　史料データが備える時間情報に加えて、位置情報を付与することにより、考古データとの統合検索・分析が可能になる。これまでに試作した史料と考古のデータベースの統合検索システムについて、時間や空間を限定してさらに試行を続け、最終的には全データを統合検索できる実用的なシステムとして公開する。地質や地形分野で整備されているデータベース（たとえば活断層や津波堆積物、火山噴出物など）とも時空間情報を鍵として連携を進める。

〇現象の定量化・数値化（R6-R10年度）
　史料の記述を地震学や火山学で活用するためには、被害状況を震度に換算するなどの定量化、数値化が必要である。これまでに開発されてきた手法をベースに、地震動の距離減衰式や地震動の周期を考慮した震度計算、機器観測データとの比較など最新の知見を導入して、より精度の高い定量化をおこなう。歴史地震に関してはその成果をもとに国際標準のIDP（Intensity Data Point）データベースを構築・公開する。

〇歴史地震・噴火イベントのコミュニティカタログの構築（R6-R10年度）
　現状でも歴史地震については『日本被害地震総覧』および『日本歴史地震総表』や宇津のカタログ、火山噴火については『日本活火山総覧』などが公開されている。これらの記事のなかには、最新の研究によって記事を更新すべきものがある、推定の根拠となっている史料との結びつきが明らかになっていないものがある、などの問題がある。本観測研究計画での成果を中心に、コミュニティカタログとして整備する。カタログは毎年度の研究成果を踏まえ随時更新する。

〇研究成果の発信（R6-R10年度）
　学際的な研究の事例として成果や研究内容を発信する。連携研究機構のWebサイトや大学や関連機関の広報誌のコラムなどに記事を定期的に執筆する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
　地震史料集テキストデータベースにおいて、収録された史料全体について、過去の収録作業における年月日誤りや、文字の変換誤りを修正した。UTH01課題で作成された校訂済史料の登録を試行した。1855年安政江戸地震地震の被害や有感地点や能登半島の絵図について、GISデータ化を進めた。可視化には「れきちず」や「『日本歴史地名大系』地名項目データセット」など最新の情報基盤を活用した。1847年善光寺地震の絵図について視覚表現の観点から分析した。考古データ（「歴史災害痕跡データベース」）との連携のため、アイコンを共通化した。
　生成AIによる歴史地震の震度判定について手法の改良をおこなった。使用すべき震度判定基準をLLMが適切に参照できるように判定基準を整理しプロンプトを改善した。また、地震史料集テキストデータベースと連携可能なWebアプリの開発をおこなった。これにより、史料テキスト中の地名を抽出し、地点ごとに震度判定をして表形式で出力することを可能にした。実験的に地震史料テキスト2万文字を処理した。その結果、約160地点の地名を自動で抽出し、そのうち8割で「適切」「概ね適切」な判定基準が使用されており、改善がみられた。今後、抽出された古地名に対する歴史地名辞書を用いた地理情報の付与により、震度分布図を自動的に作成することをめざす。
　市民参加の歴史資料翻刻プラットフォーム「みんなで翻刻」および地震史料解読のための勉強会である「古地震研究会」を継続した。
　おおむね計画どおりに実施した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「地震・火山関連史料集のデータベースを拡充する。史料に現れる地名に位置情報を与えて視認性や利便性を向上させる」こと、「既刊の地震史料集に収録されていない地震・火山関連史料を収集・追加する。データベース化にあたっては校訂作業や再評価を行い，史料の信頼性に関する情報を付与する」ことに貢献した。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Yuichi Ebina, Yoshiko Yamanaka, Taisuke Murata, Yasuyuki Kano, Akihiko Katagiri, Elucidating Earthquake and Volcanic Phenomena Based on Japanese Historical and Archaeological Data, Journal of Disaster Research, https://doi.org/10.20965/jdr.2025.p0160, 査読有, 謝辞有

Yasuyuki Kano, Yuta Hashimoto, Minna de Honkoku: Citizen-Participation Transcription Project for Japanese Historical Documents, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 53, 3-1-3-18, https://doi.org/10.1146/annurev-earth-040523-120834, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

神馬菜々美・鈴木毅彦・加納靖之・大邑潤三，歴史資料を活用した鳥海山1800-1804年噴火の再検討，第42回歴史地震研究会，P-03.

加納靖之・大邑潤三，2025，歴史地震の地殻変動のデータベースをつくる，第42回歴史地震研究会，O-02.

大邑潤三・北本朝展・加納靖之・橋本雄太，対話型生成AIを用いた歴史地震の震度判定の改良，日本地震学会2025年度秋季大会，P10-03.

神馬菜々美・鈴木毅彦・加納靖之・大邑潤三，歴史資料を活用した19世紀の鳥海山における噴火の再検討，日本地球惑星科学連合2024年大会，MIS24-P01.

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

地理情報の付与による地震・噴火史料のGISデータ化、考古データや地質、地形データとの連携、現象の定量化・数値化、歴史地震・噴火イベントのコミュニティカタログの構築、研究成果の発信を継続する。考古データ（「歴史災害痕跡データベース」）との連携にあたっては、データの相互表示を検討する。歴史地震・噴火イベントのコミュニティカタログの構築に向けて、地震史料集テキストデータベースの誤りの訂正、および史料の追加、最新の研究成果の反映などを実施する。火山噴火に関する史料集の作成・統合・データベース化について検討する。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

加納靖之（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 杉森玲子（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 及川 亘（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 大邑潤三（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 鶴岡 弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 前野 深（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 古村孝志（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 山田太造（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 荒木裕行（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 林 晃弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 水野 嶺（東京大学地震火山史料連携研究機構）

他機関との共同研究の有無：有

佐竹健治（東京大学地震研究所）, 榎原雅治（地震予知総合研究振興会）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震火山史料連携研究機構

電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/eri-hi-cro/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大邑潤三
所属：東京大学地震火山史料連携研究機構

令和７年度年次報告

課題番
号：HMEV02

（1）実施機関名：

東京大学地震火山史料連携研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震火山関連史資料を活用した低頻度大規模地震火山災害の調査
（英文）Investigation for Low Frequency, Large-Scale Earthquakes and Volcanic Eruption

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）本課題の５か年の到達目標：

史料から得られる情報を基軸として、歴史上の巨大地震・大地震や火山噴火の活動推移の把握を目指す。その際、考古学、地質学、地形学、地理学など関連分野の情報や、地震学や火山学の最新の知見を取り入れ総合的に分析する。史料の記述から明らかになる情報――たとえば、巨大地震・大地震で発生する強震動や地形変化、地盤変状、地震活動の長期的な変化、噴火による地形変化や噴出物の分布など――を、地球科学の知見を踏まえて分析・解釈し、歴史上の地震や火山噴火の活動推移を、これまで以上に詳細に、あるいは、高い精度で理解することが目標である。また、地域の災害史などより長期的な視点での分析もおこなう。

（6）本課題の５か年計画の概要：

〇巨大地震およびその前後に発生する事象の解明（R6-R10年度）

歴史上の巨大地震の被害状況についてはこれまでも多くの研究があるが、新史料の発見や、既知の史料の再分析により、さらに情報が増えつつある。新たな情報も含めて各地の強震動や地殻変動を検討し、巨大地震の震源域に関する情報を得る。そのため、地盤構造や盆地端部の構造などを反映した地震動評価や、古絵図などの地理学、地形学分析からより精度の高い被害状況や地形変化、地盤変状の分析をおこなう。

歴史上の定常的な地震活動の変化の分析を進め、巨大地震前後の長期的な地震活動の変化や、前震や余震、連動する地震間に発生する地震や地殻変動について整理する。史料が豊富に存在する1854年安政東海地震・南海地震を中心に、近世後半に日向灘で発生した地震や内陸の活断層で発生する地震

についても対象とする。

〇歴史上の火山噴火の推移の再検討（R6-R10年度）
　歴史上の火山噴火については、火山ごとに史料が収集され分析されてきた。火山噴火についても、新史料の発見や、既知の史料（古絵図等をふくむ）の再分析により、各火山の噴火の推移を把握する。噴煙（降灰）、火砕流、溶岩流などの噴出物に関する情報から、これまでに知られていなかった事象の発見や、事象のより詳細な理解をめざす。また、噴出物や地形変化など、地表に残る痕跡との比較分析など、火山学的手法との融合を進める。

〇地域の災害史に着目した研究（R6-R10年度）
個別の災害事例の分析において，地域的な特徴に注目し、自然素因や社会素因がどのように被害に影響を与えたのかを地域ごとに明らかにする。一時的な災害事例だけでなく長期的な視点で災害現象が地域社会に与えた影響を考察する。

〇地質や地形分野の関連論文のリスト化（R6-R10年度）
　低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象に関し、地質・地形分野において多くの研究成果があるが、歴史研究者がそれらの研究成果に到達することは容易ではない。対象となり得る地震・火山噴火について、地質・地形分野の論文や報告書等をリスト化し、分野融合研究を進めやすくする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
　体感震度および機器観測時代における日向灘地震の震度分布をもとに、日本近世における日向灘地震の可能性をもつ地震をの事例を抽出し考察を加えた。1662年10月31日と1769年8月29日の地震は日向灘地震と考えられる。日向灘地震に類似する有感分布をもつものとして、1698年10月24日と1844年6月24日の地震が挙げられる。また、西南日本を中心に日記史料の調査を実施し、おもに近世後半の地震活動の基礎的なデータの整備を継続した。
　1707年宝永、1854年安政、1946年昭和の3回の南海地震について、高知県での海岸昇降データを整理し、時間予測モデルへの適合性について検討した。
　火山史料の収集や、地質や地形分野の関連論文のリスト化を進めた。
　おおむね計画どおりに実施した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
　史料の収集、分析、再検討により、「史料から得られる地震・火山噴火などの情報を軸に，関連分野の情報や最新の知見を取り入れて総合的に分析し，歴史上の巨大地震・大地震の詳細かつ高精度での把握を目指すとともに，地域の災害史など長期的な視点での分析を行う」こと、「南海トラフ沿いや西南日本の内陸部など，過去に繰り返し大規模な地震や津波が発生した地域について，海外の史料を含めた新資料の発掘にも努める」に貢献した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

水野嶺・加納靖之・榎原雅治，日向灘を震央とする可能性のある近世の地震，地震，78，147-165，https://doi.org/10.4294/zisin.2025-1S, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

加納靖之，2025，高知県の複数地点における宝永・安政・昭和南海地震の際の海岸昇降量，日本地震学会2025年度秋季大会，S10-04.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

日記史料、年代記などをふくむ多様な史料の収集、分析、再検討を継続する。西南日本を中心として、おもに近世後半の地震活動の基礎的なデータの整備を続ける。南海トラフや相模トラフ沿いで発生する巨大地震の理解のため、被害や余震活動、地盤変動について史料の収集・分析を行う。歴史上の火山噴火の推移の再検討に着手する。地質や地形分野の関連論文のリスト化する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

加納靖之（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 杉森玲子（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 及川 亘（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 大邑潤三（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 鶴岡 弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 前野 深（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 古村孝志（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 山田太造（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 荒木裕行（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 林 晃弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）

他機関との共同研究の有無：有

佐竹健治（東京大学地震研究所）, 榎原雅治（地震予知総合研究振興会）, 水野 嶺（地震予知総合研究振興会）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学地震火山史料連携研究機構
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/eri-hi-cro/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大邑潤三
所属：東京大学地震火山史料連携研究機構

令和７年度年次報告

課題番号：HRD_01

（1）実施機関名：

広島大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）新しい観測技術による海底地形データに基づく相模トラフおよび南海トラフ周辺の活断層の位置・形状の解明

（英文）Detailed distribution of active submarine fault identified from topography based on digital bathymetric model along the Sagami and Nankai troughs

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

陸上の変動地形の研究では，近年，数値地形データが重要な役割を果たすようになった。国土地理院による数値標高モデルの整備，公開とともに，解析ソフトの高性能化や普及を背景とした多様な地形表現の検討が後押しして，空中写真や地形図とは異なる重要な資料として利用が進んでいる。空中写真では観察困難な場所の変位地形を読み解く研究や，数値標高モデルによる地形表現の特性を活かし，長波長の変形や変位基準の検討が行われた（後藤・杉戸，2012；Goto，2016など）。

一方，海底活断層については，我が国では主に海底下の探査記録の判読に基づいて検討が続けられている。しかし，マルチビームによる測深調査により詳細な海底地形の情報が得られるようになり，陸上の活断層と同様に海底地形から活断層の位置・形状や変位様式が網羅的に明らかにできるようになり，海底地質調査では未知であった活断層が認められるようになった（Goto et al., 2022など）。陸上活断層の調査研究と同様に，海底地形に基づいて海底活断層の特性を精度よく検討できる時代を迎えたと言える。

2024年能登半島地震では，沿岸の海底活断層に沿った変位が海底地形調査から確認されつつあり，詳細な地形情報の収集と変動地形学的な判読によって，精度のよい活断層の位置・形状を把握することが，海底の変位や，海の地震を予測する上で，極めて重要であることが改めて確認されつつあるといえる。

そこで，本研究課題は，相模トラフおよび南海トラフ周辺海域において，主に海底地形に基づいて海底活断層の分布と変位様式を明らかにし，複雑なプレート境界断層から沿岸海域における断層活動の基本的情報を整備しようとするものである。プレート境界断層は1枚の断層面として捉えられることが多いが，ヒマラヤ前縁断層帯やサンアンドレアス断層のようなプレート境界断層と同様に，日本列島周辺の海底のプレート境界においても断層の位置・形状から断層破壊の範囲を検討できる可能性があり，その基礎情報として整備を行う。また，海底地形の情報が不足あるいは系統的に整理されていないことや，変動地形学的な判読が行われていないことで，活断層図の整備が進んでいない沿岸海域についても検討を進め，その方法論を含めて研究を進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6（2024）年度は，相模トラフ周辺，能登半島周辺などを対象にマルチビーム測深調査によって得られている点群データを日本の幅広い機関から収集，整理し，再調整することで，これまでよりもはるかに高い解像度を有する海底地形の数値モデルを作成する。これを用いて，ステレオ実体視可能な海底地形画像を作成し，判読を行う。地形判読結果は既存の探査記録と対照させ，その整合を確認し，海底地形の変動地形学的手法の基準の検討を行う。

令和7～8（2025）年度は，南海トラフ周辺，能登半島周辺などを対象に，令和6年度同様に，海底地形の数値モデルを生成してステレオ実体視可能な海底地形画像とする。また，変動地形学的な判読を行い，活断層図を作成するとともに，探査記録と対照させ，その整合を確認して，海底地形の変動地形学的手法の基準を整理する。あわせて，令和9年度に行う測深調査の適切な場所の候補の選定を行う。

令和9（2027）年度は，海底地形情報の不足によって判読が困難となっている場所や，高密度な地形情報の取得が変位を読み解く鍵になると思われる場所など重要な海域を選定し，測深調査を実施する。前年度までの成果をもとに，相模トラフおよび南海トラフ周辺の活断層図を暫定版を試作する。

令和10（2028）年度は，前年度に取得した情報を解析，判読を行うとともに，相模トラフおよび南海トラフ周辺海域の暫定版の活断層図を精査して取り纏める。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7（2025）年度は，能登半島周辺を対象に，海底地形の数値モデルからステレオ実体視可能な海底地形画像を作成し，変動地形学的に判読するとともに，探査記録と対照させて，海底活断層の分布と変位様式を明らかにした。これにより，2024年能登半島地震に伴って沿岸陸域に表れた海岸隆起は，海岸線にほぼ平行して連続的に延びる海底活断層によって生じたと考えられた。沿岸域においては，探査記録に重点を置いた海底活断層の分布図作成には限界があり，陸上の活断層と同様に変動地形の調査研究の必要性が明らかとなった。

今年度は，その他，南海トラフ周辺を対象に，測深データを収集，整理するとともに，点群の処理を行って1秒メッシュの数値地形モデルを生成した。これを用いてステレオ実体視可能な海底地形画像を作成した。研究費の追加配分をうけ，年度を跨がず，これまでの測深調査をすべてまとめることができた。この画像にこれまでの活断層図を重ね，これまでの認定基準や変位基準を確認し，今後の活断層図改訂と公開に向けての方針を検討した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

1 地震・火山現象の解明のための研究　(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈　において，「南海トラフ周辺海域などを対象に，主に海底地形に基づいて海底活断層の分布と変位様式を解明する」と記されており，適切な研究を進めている。今世紀にも発生が予測されている南海トラフでの地震発生前に震源となる活断層の位置形状や変位様式を捉え，予測の精度向上とともに，発生後の地変特定に向けて研究しており，災害の軽減に貢献する研究と思われれる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Hideaki Goto，Tomoru Yamanaka，Tomohiro Makita，Yoshiya Iwasa，Takuro Ogura，Kyoko Kagohara，Yasuhiro Kumahara，Yasuhiro Suzuki，Nobuhisa Matta，Tatsuto Aoki，Wataru Mori，Kenta Haranishi，Takashi Nakata，2026，Coast uplifted by nearby shore-parallel active submarine faults during the 2024 Mw 7.5 Noto Peninsula earthquake, Geomorphology，493，110069, 査読有, 謝辞無

後藤秀昭，2025，海底の断層から発生する地震の予測に不可欠な活断層図―沿岸域およびプレート境界の変動地形―，月刊地球，47，203-209, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

後藤秀昭，2025，海底活断層の位置形状の把握に欠かせない海底変動地形学ー沿岸活断層からプレート境界断層までー．地球惑星科学連合2025年大会，SSS14-12

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8（2026）年度は，南海トラフ周辺を対象に，海底地形の数値モデルから作成したステレオ実体視可能な海底地形画像を用い，変動地形学的な判読を行い，活断層図を作成する。また，探査記録と対照させ，その整合を確認して，海底地形の変動地形学的手法の基準を整理する。あわせて，令和9年度に行う測深調査の適切な場所の候補の選定を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

後藤秀昭（広島大学大学院人間社会科学研究科）, 熊原康博（広島大学大学院人間社会科学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
隈元崇（岡山大学）, 杉戸信彦（法政大学）, 楮原京子（山口大学）, 田力正好（地震予知研究振興会）, 松多信尚（岡山大学）, 山中蛍（千葉県立中央博物館）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：後藤秀昭
所属：広島大学大学院人間社会科学研究科

令和７年度年次報告

課題番号：HRO_01

（1）実施機関名：

北海道立総合研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）北海道内の活動的火山の観測
（英文）Monitoring of active volcanoes in Hokkaido

（3）関連の深い建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）本課題の５か年の到達目標：

北海道における火山現象による被害を軽減するため、道内の活動的な火山を対象として主に地球化学的モニタリングを継続的に行い、観測データの蓄積と火山活動の現況把握を行うとともに、噴火の先行現象やそれに続く火山現象を捉えることを目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、倶多楽、有珠山及び北海道駒ヶ岳において火山活動の現況を把握するために、主として温泉水や噴気を対象とした地球化学的モニタリングを継続的に行う。

熱水系の発達している火山については、これまで蓄積したモニタリングデータの再検討を行うとともに、熱水変質調査や地形調査などを必要に応じて行う。それによって得られた知見を基に、各火山における適切な観測体制の構築を随時行う。

得られたモニタリングデータなどは気象庁や大学と共有するとともに、地元自治体等へ情報を提供する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

当初の計画通り、雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、倶多楽（登別）、有珠山及び北海道駒ヶ岳において、地球化学的モニタリングなどを継続して行い、火山活動の変化を捉えるためのデータの蓄積を行った。水蒸気噴火が起こった雌阿寒岳では、噴出物の検討を行った。得られたデータについては、気象庁や大学、地元自治体と随時情報を共有している。

１．雌阿寒岳

噴気・温泉水の地球化学的観測、GNSS連続観測及び地下水位連続観測を行った。ポンマチネシリでは9月と10月に水蒸気噴火が起こった。ポンマチネシリの活動を反映した変化を示すと考えられているオンネトーでは、過去の水蒸気噴火の前にも認められていたSO4濃度の上昇が2023年から観測されたが、その上昇幅は小さかった。そのほかには、噴火前に明らかな活動の活発化を示唆する変化は認められなかった。中マチネシリ火口内の噴気・熱水活動はここ数年活発な状態で、2020年以降は噴気中のHCl成分がやや高い傾向がある。また、2018年以降はそれ以前と比較して噴気凝縮水の酸素・水素同位体比が重い値を示し、2025年もその傾向が続いた。中マチネシリの活動を反映した変化を示す雌

阿寒温泉では、2017年頃から温度やCl濃度の上昇が続いている。
9月の水蒸気噴火の噴出物（札幌管区気象台採取）について、実体顕微鏡観察とXRD分析を行った。分析の結果、熱水変質鉱物として明礬石や石膏、黄鉄鉱、スメクタイト、カオリナイトが認められ、シリカ鉱物としてはクリストバライトやトリディマイトが主で、石英のピークは小さかった。これらの熱水変質鉱物組み合わせに基づくと、この噴火の噴出物は地下浅部の比較的低温の酸性環境に由来すると考えられる。このような鉱物組み合わせは2006年や2008年の水蒸気噴火の噴出物と類似している。

２．十勝岳
噴気・温泉水の地球化学的観測、火口域での地温連続観測、GNSS連続観測及び地下水位連続観測を行った。1988-1989年噴火の前に急激に上昇した温泉水の化学成分や温度は近年ほぼ横ばいで推移しており、2025年も大きな変化は認められなかった。大正火口では2018年頃から噴気温度の低下や、凝縮水の酸素・水素同位体比やSO2/H2S比の低下、H2O濃度の増加が続いており、地下浅部での天水の影響の増大傾向が示唆される。活発で高温の噴気活動が続いている振子沢噴気孔群では、大正火口と同様に凝縮水の酸素・水素同位体比の低下が続いていたが、2025年はやや上昇した。

３．樽前山
噴気・温泉水の地球化学的観測を行った。A火口とB噴気孔群の噴気温度は2012年頃から徐々に低下する傾向が続いている。A火口とB噴気孔群の噴気ではCO2/St比が2012年頃に上昇したが、その後は横ばいで推移し、2022年頃からは低下に転じた。2023年からはほぼ横ばいで推移している。また、噴気凝縮水の酸素・水素同位体比は2012年から2021年頃まで上昇していたが、その後は横ばいに変わった。山麓の温泉水の化学成分濃度は、1998年の観測開始以降低下していたが、2011年頃から横ばいとなり、2025年もその傾向が続いた。

４．倶多楽（登別）
大正地獄や大湯沼、奥の湯などのほか、地獄谷の主要泉源や温泉街の泉源でも温泉観測を行った。また、日和山では噴気凝縮水の酸素・水素同位体比の観測を行った。大正地獄や大湯沼で熱水噴出が起こっていた時期（例えば2016～2018年頃）と比較して、現在は多くの泉源で温泉水の成分濃度が低い状態で推移している。特に2020年以降は、1960年代以降の観測データ（安孫子，2008など）と比較しても成分濃度が最も低いレベルにあり、この地域全体の熱水活動は静穏な状況にある。

５．有珠山
噴気観測と地下水位連続観測を行った。山頂火口域のI火口の噴気温度（約380℃）と噴気凝縮水の酸素・水素同位体比には大きな変化は認められなかった。また、火口域の広い範囲（銀沼火口、小有珠、外輪山）で噴気観測を行った結果、I火口以外の噴気の温度はいずれも100℃程度と低温だったが、銀沼火口や小有珠の噴気はI火口よりもわずかに重い酸素・水素同位体比を示した。一方、外輪山の噴気は軽い同位体比を示した。いずれの噴気の同位体比もこれまでの値と大きな違いはなかった。山麓の地下水位は洞爺湖の水位と連動して変化しており、火山活動と関連する変化はなかった。

６．北海道駒ヶ岳
温泉水の地球化学的観測と火口域での噴気温度観測を行った。山麓の温泉水の温度・化学成分や、噴気温度に大きな変化はなかった。

７．その他の火山
旭岳と恵山で噴気・温泉観測を行った。これらの火山において、噴気凝縮水の酸素・水素同位体比や、温泉水の温度や化学成分に大きな変化は認められなかった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
本研究での観測で得られた結果は随時気象庁や大学などと情報共有しており、他機関の観測結果と合わせての総合的な火山活動把握に活用されている。2025年9月に発生した雌阿寒岳の水蒸気噴火では、気象庁や北海道大学と共に噴出物の構成鉱物について検討し、その結果を火山調査委員会に報告

した。また、北海道や地元自治体への情報提供や、地元住民向けの講演会などを行い、火山災害軽減のために活用されている。今後も他機関と連携して継続的に観測を行い、火山活動の変化を捉えるためのデータの蓄積を行っていく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Takahashi, R., S. Takeuchi, R. Tanaka, K. Fujiwara, S. Uesawa, 2025, Hydrothermal sealing process in a volcanic conduit interpreted from the characteristics of subvolcanic hydrothermal alterations at Tokachidake volcano, Japan, Earth, Planets and Space, 77:172. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02295-6, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

高橋　良・八幡正弘・藤原　寛, 2025, 活火山地域での熱水変質作用によるタルクの形成, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG53-05

高橋　良・藤原　寛・荻野　激・大森一人,2025, 北海道内の活火山における火山活動に関連した温泉水の変化, 日本陸水学会第89回札幌大会, O-C02

高橋　良・竹内晋吾・藤原　寛・上澤真平・田中　良, 2025, 火山体内部の熱水変質帯の特徴と熱水変質岩の浸透率―十勝岳，ヌッカクシ火口域の事例―, 日本火山学会2025年度秋季大会, B1-20

関　香織・丸岡照幸・高橋　良, 2025, 十勝岳の火山ガス・温泉水の硫黄同位体比, 日本火山学会2025年度秋季大会, P06

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：火山：地球化学：噴気ガス・土壌ガス
概要：噴気を採取し、化学成分や同位体比を測定した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道雌阿寒岳、アトサヌプリ、十勝岳、樽前山、日和山、有珠山、恵山
調査・観測期間：
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：火山：地球化学：採水
概要：温泉水を採取し、化学成分や同位体比を測定した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道雌阿寒岳、十勝岳、旭岳、樽前山、倶多楽、北海道駒ヶ岳、恵山
調査・観測期間：
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、倶多楽（登別）、有珠山及び北海道駒ヶ岳において火山活動の現況を把握するために、温泉水や噴気を対象とした地球化学的モニタリングなどを継続的に行う。熱水系の発達している火山については、これまで蓄積したモニタリングデータの再検討を行うとともに、熱水変質調査や地形調査などを必要に応じて行う。得られたモニタリングデータなどは気象庁や大学と共有するとともに、地元自治体等へ情報を提供する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

エネルギー・環境・地質研究所　地域地質部　地質防災グループ
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：エネルギー・環境・地質研究所　地域地質部　地質防災グループ
電話：
e-mail：
URL：https://www.hro.or.jp/industrial/research/eeg/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：高橋良
所属：エネルギー・環境・地質研究所　地域地質部　地質防災グループ

令和７年度年次報告

課題番号：HRO_02

（1）実施機関名：

北海道立総合研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震・津波災害による地域産業への影響評価と対策手法の開発
（英文）Assessment of the Impact of Earthquake and Tsunami Disasters on Local Industries and Development of Countermeasure Methods

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

発生の切迫性と被害の甚大さが懸念されている千島海溝沿いの巨大地震を想定し、地震・津波災害が地域産業等に与える影響を評価し、経済的な視点から地域産業の防災対策を進展させる手法の検討を行う。

また、都市機能の評価指標を検討した上で、各種災害対策の導入による都市機能の変化を評価するツールを開発し、自治体の防災・減災対策や事前復興計画策定を支援する。以上により、地震・津波災害の軽減につながる地域防災力の向上を目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

地震・津波災害が地域産業等に与える影響の評価にあたり、特に北海道の基幹産業である農業に着目し、農業者や関連団体等への聞き取り調査から防災対策の現状を把握するとともに、農業の地理空間情報と地震・津波のハザードのデータを利用して千島海溝沿いの巨大地震による経済的な影響を推計し、経済的な視点から地域産業の防災対策を進展させる手法の検討を行う。

また、生活の利便性や産業の生産性等の都市機能の評価指標を検討した上で、自治体における津波や土砂災害に対する各種防災・減災対策や、居住地誘導・施設移転等の都市空間の変化を伴う復興対策に関して、都市機能に与える影響を予測する手法を検討・開発する。

さらに、これらの研究成果を自治体等に情報提供し、防災・減災対策や事前復興計画策定を支援する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は，千島海溝沿いの巨大地震を想定した経済被害の被害想定の実施に向けた事前検討に着手した。具体的には，不完全情報下において地震による直接被害額をリアルタイムに推計する方法の改良を試みた。まず，過去の被災地震の被害額データベース（震度階級変更前の被災地震を含む）を活用し，震度区分別の損壊率を設定可能な直接被害額の重回帰モデルを導入した。なお，震度区分5，6，7に対応する損壊率として，それぞれ0，0.0895，0.3364を3段階で適用した。次に，重回帰モデルによる推計結果（損壊率の3段階適用）を基に，対数正規分布の累積分布関数（LN-CDF）を導入し，計測震度の連続値に対応可能な損壊率の連続値補完を行った。最後に，得られた推計結果を，計測震度お

よび資本ストック量の空間的分布特性を考慮して，250mメッシュ単位に按分した。さらに，同手法を用いた不完全情報下におけるリアルタイム推計プロセスについて検討を行った。

リアルタイム推計プロセスについては，令和6年能登半島地震を対象とした解析実験を実施した。当該地震で観測された計測震度に基づき，地盤増幅の影響を考慮した250mメッシュ単位で空間補間した推定震度を用いることで，直接被害額の推計が可能であることを確認した。現時点では実被害データによる十分な検証には至っていないものの，本推計プロセスを適用することで，データ更新に応じて再計算を繰り返し，逐次的に実績値へ収束させる不完全情報の補完が可能であることが，もう一つの成果として示された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は，理学分野において実施されてきた海陸諸観測や各種調査の知見に基づくハザード評価の成果を応用した研究である。千島海溝沿いの巨大地震は，地域社会の経済活動に対して複合的かつ長期的な影響をもたらす。これらの影響は，地震動や津波による「住宅や企業の生産設備，道路などの社会インフラの被害（直接被害）」として，あるいは「生産や消費などの経済活動の低下といったフロー被害（間接被害）」として顕在化する。本研究では，巨大地震等が地域社会に与える影響を直接被害額の観点から推計する方法の改良を行った。被害想定にリアルタイム性を担保する推計手法を導入することにより，事前の被害想定にとどまらず，災害直後の災害対応に資する迅速かつ効果的な情報の創出，統合，利活用につながる可能性が示唆される。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

崔 青林・中嶋唯貴・竹内慎一・戸松誠，2026.01.30，計測震度を用いたリアルタイム直接被害額推計の取り組みについて，千島海溝グループ研究集会，北海道大学

崔 青林・石井旭・今野友樹・中嶋唯貴，2025.11，災害時における都市情報の統合とリアルタイム化の検討- デジタルツインの要件整理とSNS・観測情報・被害報告の研究事例の分析から-，日本都市計画学会北海道支部・研究発表会2025

崔 青林・中嶋唯貴・中村洋光・臼田 裕一郎・藤原広行，2025. 12.9 ，令和6年能登半島地震における直接被害額の高解像度推計-機械学習モデルの適用可能性と最適化に向けた展望-、日本地震工学会・2025大会，会員向けweb公開，4p

崔 青林・中嶋唯貴・臼田 裕一郎， 2025.9 ，ランダムフォレスト回帰を用いた地震による直接被害額の高解像度推計の試み：平成 28 年熊本地震をケーススタディーとしてー，第44回日本自然災害学会学術講演会，pp. 281-282，北海道教育大学

崔 青林・中嶋唯貴・豊田利久・中村洋光・藤原広行，2025.06，データ駆動型アプローチを用いた地震による直接被害額の推計プロセス: 不完全情報下でのリアルタイム推計の検討，安全工学シンポジウム2025，日本学術会議

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：その他：被害状況，復旧・復興プロセス
概要：建物，社会インフラ，産業のストック被害など
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：石川県金沢市，輪島市，穴水町，珠洲市
調査・観測期間：2025/9/2-2025/9/4
公開状況：

（10）令和８年度実施計画の概要：

リアルタイム推計プロセスの検証を継続する。特に，令和6年能登半島地震を対象として構築した推計手法の改良が，北海道の地域特性に適用できるかを検証し，適用するための改良点を明らかにする必要がある。そのため，北海道の地域特性として，微地形，人口（世帯），建物，資本ストック量の空間分布特性を分析し，平成30年北海道胆振東部地震を対象とした解析実験を通じて，空間分布特性および被災の実態との比較検討を行う。さらに，千島海溝沿いの巨大地震への適用に向けた準備として，基盤データの整備状況を整理するとともに，大規模かつ広範囲な地震・津波を対象とした解析基盤に関する技術的課題を明確化する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道立総合研究機構（建築研究本部）
他機関との共同研究の有無：有
北海道大学ほか

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道立総合研究機構　建築研究本部
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：戸松誠
所属：建築研究本部 企画調整部

令和７年度年次報告

課題番号：HRS_01

（1）実施機関名：

弘前大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）東北北部・北海道南部海陸地域における地震発生場の解明
（英文）Seismotectonics of northern Tohoku and southern Hokkaido regions

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法

（5）本課題の５か年の到達目標：

東北日本北部～北海道南部海陸地域において地震発生を支配する場の解明に資するため、プレート屈曲部に位置する東北地方北部～北海道南部における地震学的構造の最先端手法の活用および手法開発を含めた研究での洗い直しと、地震発生ポテンシャル評価に寄与するための地殻構造の時間変化の歪に対する感度を海陸の観測網で網羅的に調査する。さらに、これまで充分な調査が行われてこなかった日本海地域における津波堆積物調査を継続し、既存の歴史地震の知見と本計画で得られる浅部構造や現計画までの成果で得られた堆積構造をもとに、大規模数値シミュレーションによる歴史地震震度分布の再現計算を試みる。

（6）本課題の５か年計画の概要：

北日本とその周辺における地震発生場の解明と、複合観測網記録解析技術の確立

東北地方北部は中央日本に比べて陸域の面積が狭く、さらに2000年前後に敷設された基盤的地震観測網の密度が少なく、国内でも特に連続地震観測の疎な地域であった。しかし、2015年以降、下北半島およびその周辺の地震予知総合研究振興会のAS-netが構築され、さらに海域においてはS-netが運用開始されるに至り、大学や気象庁、自治体が維持している観測網も合わせると、日本国内でも有数の稠密観測地域と言えるほど、観測状況が劇的に改善された。しかし一方、これはあくまでも複数観測網の「あわせ技」による達成であり、その成果を地震発生場の解明に最大限に活かすには、互いに測機やその特性の異なる複数観測網の記録を混在させた統合的な解析手法が必然的な一歩となる、と考えられる。

本項目では、このような異種観測網の記録を同一特性の仮想地震計記録に広帯域化する信号処理技術を確立し、それを基盤として、稠密広帯域記録の地震波形解析によって対象地域の浅部地下構造の

推定を行うとともに、広帯域地震波形記録から特徴抽出を行う手法開発を実施する。その成果は特に地震波干渉法解析に基づく対象地域の地震発生場の解明に資するのみならず、今後の他地域における波形解析のモデルケースとなることを目指す。得られる構造と地震波動場数値シミュレーション技術を組み合わせ、「稠密に観測される波動場を説明できる地震発生場と震源メカニズムの解明」に向けた研究を推進する。また、直接アクセスの可能な近隣に深部低周波地震の発生する複数の火山があるという地の利を活かし、直上地震観測を含めた観測的研究と波動伝播計算に基づく数値的研究を継続し、その発生の力学的描像を明らかにする。

津波堆積物調査と歴史地震・津波再検討

日本国内における津波堆積物の調査は津軽半島西縁にある十三湖で始まった。2011年東北地方太平洋沖地震以後その調査の重要性が再認識されたが、それ以来の日本海沿岸における津波堆積物の地質学的調査は遅れがちであった。弘前大学の研究グループは現計画の開始前からこれらの調査にあたっており、現計画ではこれを組織的に推進してきた。次期課題においてもハンディコアラーやジオスライサーを用いたサンプルの取得と、イベント堆積物の実体顕微鏡観察、粒度分析、主成分元素分析,珪藻分析、年代測定等を行い、当該地域における津波資料を収集する。地質学的証拠から得られた歴史地震の津波像と、これまでの地殻構造探査、本課題における地震発生場解析や現行課題における地震動増幅に寄与する堆積層構造の知見を総合し、地震波動場および津波の数値シミュレーションによりその実態解明を目指す。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

地震学的調査

青森県およびその周辺地域を対象として，Hi-net と AS-net の統合処理に基づく地震波干渉法解析を継続した。今年度は，SPAC 法を応用した観測点ペア間の位相速度推定により，周波数 0.05～0.2 Hz 帯における Rayleigh 波および Love 波の位相速度分散曲線を網羅的に推定し，トモグラフィ解析によってその空間分布を推定することに成功した。得られた位相速度分布は，それ単独でも地殻浅部構造を反映する情報として有用であり，既知の地盤構造と定性的に整合するとともに，重力異常などの異種データとも対応関係が認められた。これらの結果は，今後実施予定の非線形インバージョン解析において，各トモグラフィグリッド直下の一次元構造を統合した三次元不均質構造を推定するための基礎データとして位置づけられる。

また，ほぼ同一の震源位置および規模を有する複数の地震が，極めて類似した地震波形を生成する事例（繰り返し地震）についても解析を進めた。従来，こうした地震の波形類似度評価には，主として 1～4 Hz 程度の限られた周波数帯域が用いられてきたが，本研究では帯域の異なる複数のフィルタを用いて類似度を計算した。その結果，1～4 Hz 帯域では類似している波形であっても，より高周波数帯域では類似性が低下する事例が多く存在することを明らかにした。さらに，これらをクラスタリング解析した結果，低周波数帯域で類似した波形群が，高周波数帯域では複数のサブクラスタに分岐する場合や，相互の類似性がほとんど認められない場合があることが示された。これらの結果は，震源の空間分布や破壊様式の多様性を反映している可能性があり，今後の検証を通じて繰り返し地震の詳細な理解が進むことが期待される。

津波堆積物等の地質学的調査

津波堆積物は高潮や高波で形成される堆積物などと特徴が類似しており，堆積物の観察のみで津波起源であることを証明することは難しい。現状では現世の津波堆積物と類似した堆積学的特徴（例えば，偽礫，層構造，内陸薄層化・細粒化など）を有するか否かによって判断されることが多い。そのため，現世の津波堆積物の堆積構造や形成過程を理解することが重要となるが，日本海側で発生した現世の津波堆積物の研究事例は以外と少ない。そのため，1983年の日本海中部地震で発生した津波堆積物の堆積構造や形成プロセスを明らかにするため，層相観察，粒度分析，砕屑粒子のモード分析，珪藻分析などを実施した。その結果，河川を遡上せず，砂丘を越えて陸域に侵入した津波堆積物は太平洋側で報告されているような特徴的な堆積構造を有することが明らかになった。

また，津波堆積物の調査および津波の浸水シミュレーションから，17世紀と13～14世紀に千島海溝南部で発生した２つの超巨大地震の震源特性の推定を行った。その結果，2つの超巨大地震では破壊領域・すべり量が異なり，千島海溝では同じ地震が繰り返しているわけではないことが明らかになった。

測地学・変動地形学的調査

干渉SAR解析に基づき，津軽平野における地殻変動の長期的な傾向を明らかにした。前年の解析で岩木山の西側斜面において，顕著な地すべり性の変位を確認していたが，今年度はそれを対象に時系列解析を実施した。その結果，地すべり性の変位が定常的に進行していることに加えて，2022年夏の大雨に対応し，イベント的に変位していることが示唆された。津軽平野においては，地盤沈下に起因する変位が観測された，これらは，場所により変位の様式が多様であり，過去から一定速度で変位が継続している箇所もあれば，近年加速傾向にある箇所も存在するなどが明らかとなった。

2025年12月8日に発生した青森県東方沖の地震（M7.5）について，GNSS観測データから，断層モデルの推定を行った。その結果，余震の分布とよく対応する断層面が得られた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
本研究により，建議（1）５イに記載されている「地震観測網のデータを統合する信号処理技術」に関して進展が得られた。複数の観測網が混在する環境下において地震波干渉法を適用することで，当該地域ではこれまでにない高精度な浅部地殻構造推定が実現しつつある。これらの成果は，今後の継続的な研究を通じて，同建議項目に掲げられている「浅部地下構造の推定」および「地震発生場の解明」，さらにはそれらに基づく災害軽減を目的とした現実的な地震動シミュレーションへと発展することが期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

長尾優樹・岡田里奈・梅田 浩司・小林祐登・鎌滝孝信（2025）1804年象潟地震に伴う津波堆積物. 地質学雑誌, 131(1), 155-164., 査読有, 謝辞無

Okada, R., Umeda, K., Motegi, K., Kamataki, T. and Amano, T. (2025) Sedimentary Diversity of Tsunami Deposits in a River Channel Associated with the 2024 Noto Peninsula Earthquake, Central Japan. Geosciences 15(4), 153., 査読有, 謝辞無

Ioki, K., Sawai, Y., Namegaya, Y., Matsumoto, D., Tanigawa, K., Shimada,Y., Tamura, T. and Okada, R. (2026) Difference in slip patterns between two prehistoric giant earthquakes along the southern Kuril Trench. Geophysical Research Letters, 53, e2025GL118295., 査読有, 謝辞無

小岩圭吾・道家涼介 (2026) 干渉SAR解析による津軽平野の地盤沈下, 東北地域災害科学研究, 印刷中, 査読無, 謝辞無

楠美 紀公・前田 拓人・平野 史朗 (2026), 東北地方日本海東縁の地震におけるS波エンベロープ拡大現象, 東北地域災害科学研究, 印刷中., 査読無, 謝辞無

片岡俊一 (2026) 八戸市低地部2箇所の地震基盤までの地下構造推定, 東北地域災害科学研究, 印刷中, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

永田篤規・梶田展人・安藤卓人・梅田浩司ほか（2025）：一ノ目潟の年縞堆積物に挟まれるイベント堆積物の識別，日本地球惑星科学連合2025年大会，HCG21-P10.

道家涼介・佐ノ木哲・冨永英治・黒澤英樹（2025）干渉SARによる岩木山西側斜面の変位, 日本地球

惑星科学連合2025年大会, HDS11-03.

片岡俊一・小岩圭吾：　津軽大橋付近の地下構造の推定，土木学会第45回地震工学研究発表会，論文番号512.

楠美紀公・前田拓人・平野 史朗, 東北日本背孤側におけるS波エンベロープ拡大推定の安定性, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 幕張, SSS09-P08, 2025-05-30.

齋藤孝輝・平野史朗・前田拓人, 気仙沼沖の繰り返し地震波形の高周波数帯域における相違, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 幕張, SSS12-P04, 2025-05-28.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

地震学的調査については地震波干渉法に基づく表面波位相速度分散曲線から3次元S波速度構造の推定を試み，近地地震表面波の数値シミュレーションに基づくモデリングからその妥当性の検証を行う。高周波地震波の相関解析は解析対象を広げ，より網羅的な解析からその特徴の抽出を図る。

地質学的調査に置いては，東北日本弧・千島弧の島弧会合部沿岸で発生した現世の津波堆積物の調査を実施するとともに，一ノ目潟のイベント堆積物の調査結果の取りまとめを行う。

測地学的調査に置いては，干渉SAR解析に津軽地域で得られた，岩木山や地盤沈下にともなう変位については，シミュレーションやモデル解析を実施し，そのメカニズムや原因を明らかにする予定である。青森県東方沖の地震については，地震にともなって生じた変位について，より稠密な観測データを用いて，内陸部の火山における不均質性を示す挙動がないかなど注視していく予定である。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

前田 拓人（弘前大学大学院理工学研究科）, 梅田 浩司（弘前大学大学院理工学研究科）, 道家 涼介（弘前大学大学院理工学研究科）, 平野 史朗（弘前大学大学院理工学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

鎌滝 孝信（岡山理科大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：弘前大学大学院理工学研究科
電話：0172-39-3608
e-mail：tktmyd@hirosaki-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前田 拓人
所属：弘前大学大学院理工学研究科

令和７年度年次報告

課題番号：HRS_02

（1）実施機関名：

弘前大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）基盤的研究ツールとしての地震波動伝播シミュレーションコミュニティコードの開発・発展および普及活動

（英文）Development and dissemination of the community codes of seismic wave propagation simulations

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

不均質な地球内部構造における地震波の計算は、地球内部構造の研究にしろ、震源過程の研究にしろ、常に中核をなすツールであり続けてきた。本課題では地震学者にとって使いやすいツールとしてこれまで開発してきた並列差分法地震波動場計算ソフトウェアOpenSWPCの高度化を継続的に実施し、最先端のスーパーコンピュータの能力を最大限に活かしづづけるためのアップデート、新機能の継続的な開発を実施するとともに、それを活用する人材の育成と普及啓発活動を実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

1. 最先端スーパーコンピュータに適合するGPUコードの開発

大学の情報基盤センターや国研が所有し、地震学を含む幅広い分野の研究者が利用するスーパーコンピュータは、その計算機アーキテクチャに適合した専門のチューニングが必要不可欠である。特に2024年度からは、共同利用として使われるスーパーコンピュータのアーキテクチャがCPUからGPUへと移行することが見込まれており、現在公開されているコードそのままでは、最先端のスーパーコンピュータの性能を享受できなくなる可能性すらある。従来はGPUを効率的に用いるためには専用のプログラミングが必要であり、敷居が高いとともにCPU環境との併存に困難があったが、最新のFortranおよびFortranコンパイラが標準文法の範囲でGPUにおける演算をサポートしつつある。本項目では、まず公開コードから煩雑な入出力部分を廃し、重要な演算部分のみを含むベンチマーク用標準コードを作成・公開し（R6年度）、そのFortran標準文法ならびにOpenACCによるGPU利用の検証を行う（R6～R8年度）。それによって実現したGPU演算バージョンを公開コードに反映する（R8～

R10年度）。ただし、それまでの開発で必要とされた元コードへの改変の必要性の度合いによって、公開コードにそのまま合流するか、あるいは独立なGPU専用バージョンとするかを判断する。

2. 数値シミュレーションの最新アルゴリズムの実装

差分法は地震学において最も古い数値計算法のひとつであるが、現在に至るも継続的に新たなアルゴリズムが開発され続けている。このような最新の数値計算技術にキャッチアップし、それらを積極的に実装していくことで、シミュレーションコードの計算精度および計算速度・省メモリ性能のさらなる高度化を図る。本項目はR6年度からR10年度まで継続的に実施し、都度OpenSWPCのバージョンアップを通じて公開する。

3. 数値シミュレーション利活用促進のための普及啓発活動

数値シミュレーションの利活用を促進するためには、ただツールを開発するだけでなく、それを使いこなせる人材の育成も必要である。OpenSWPCにはすでにその利用法を詳細に記したマニュアルが存在するが、それにとどまらず、より踏み込んだノウハウ集や原理を深く学びたい研究者・学生のための解説、逆に最初に使い始める際の敷居を下げるための教材開発と講習会を実施する。R6年度前半から準備をはじめ、R6年度後半から講習会の開催を始め、R10年度まで継続的に実施する。また、講習会参加者を中心としたオンラインコミュニティを形成（R7年度～）し、利用に関するFAQや活用事例などの収集・公開にあたる。

（7）令和 7 年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1. OpenSWPC の GPU 対応

OpenSWPC の GPU 対応を実現するため，計算コア部分を抽出した小規模なエッセンシャル・コードを新たに作成し，これに対して複数のモダンな GPU プログラミングパラダイムを適用する数値実験的検討を行った。その結果，コーディング作業の負荷はやや大きいものの，すべてのメモリ移動を明示的に OpenACC 指示子で記述する手法が，高並列計算環境下では最も高い性能を示すことを明らかにした。

さらに検討過程において，地表面や海底面における空間差分精度の切り替え処理が，GPU における高速計算の律速要因となっていることが判明した。この問題に対し，数理的に等価なアルゴリズム表現への変形を行うことで，プログラミング上の「条件分岐による切り替え」を用いずに従来と等価な計算を実現する新たな手法を開発した。

これらの成果を OpenSWPC 本体コードに適用し，全計算コードの GPU 対応に成功した。本成果は OpenSWPC Version 25.05 として初期公開され，その後，軽微なバグ修正および必要メモリ量削減などの改良を加えた最新版 Version 25.05.2 として公開されている。

GPU 対応版の計算性能を，東京大学情報基盤センターの Wisteria-Odyssey/Aquarius および最先端共同 HPC 基盤施設 Miyabi において評価した結果，同一アーキテクチャ上の CPU と比較して約 4～6 倍の計算性能向上を達成した。この性能比は主として各システムのメモリバンド幅によって律速されており，本コードがその帯域をほぼ最大限に活用していること，すなわち現状で達成可能な性能限界に近いレベルまで高速化されていることが確認された。また，並列計算性能も極めて良好であり，Miyabi においては最大 512 GPU までほぼ理想的なスケーリングを示した。

近年，最先端スーパーコンピュータが急速にGPU中心のアーキテクチャへ移行する中で，コミュニティコードである OpenSWPC が高性能計算に対応できなくなることが懸念されていたが，本年度の成果によりこの課題はほぼ解消された。一方で，震源要素数が 100 万点を超えるような実用的大規模計算においては，震源での地震波輻射計算が新たなGPU実行性能の律速要因となることも明らかとなった。次年度以降は，さらなる性能チューニングを進めるとともに，利便性向上を目的とした周辺ツールの開発も継続する予定である。

2. コミュニティコード普及のための数値シミュレーション講習会の開催

前年度までに整備した教材および数値シミュレーション・コミュニティウェブを基盤として，2025 年 10 月および 11 月に地震波動の数値シミュレーションに関するオンライン講習会を実施した。講習会は初級編と中級編の 2 段階で構成され，初級編では特定のソフトウェアに依存しない数値シミュレーションの基本原理を，中級編では OpenSWPC を研究に活用するための実践的な手法を扱った。いずれも座学と実習を組み合わせた形式で実施した。

学部生から研究機関・大学の研究者まで 30 名以上が参加し，実施後のアンケートにおいて高い満足度が示された。今後の講習内容に関する多くの要望も寄せられており，次年度以降も内容の改善・拡張を行いながら継続的に実施する予定である。

3. 教科書の執筆

ソフトウェアのブラックボックス的利用やマニュアルでは十分に扱いきれない数値シミュレーションの原理的背景について，基礎から体系的に解説した教科書を執筆した。2025 年度末に脱稿し，2026 年中の出版を予定している。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は，「6 観測基盤と研究推進体制の整備（1）観測研究基盤の開発・整備 イ．観測・解析技術の開発」に掲げられている，

「地球内部構造推定，震源過程解析，強震動の事前・即時予測に共通の基盤として，可用性の高い大規模地震波動伝播シミュレーションコードの開発を継続的に実施し，先端的な数値計算技法の実装を進めるとともに，利用促進のための活動を行う」

という目標に対し，直接的かつ大きな貢献を果たした。本年度は，とくに GPU 環境への本格対応と普及活動の両面において顕著な進展があった。今後も開発と利用促進をバランスよく推進し，開発者周辺にとどまらず研究計画全体へ広くツールを展開することで，災害軽減に資する関連研究への貢献を一層強化していく。

（8）令和 7 年度の成果に関連の深いもので、令和 7 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

前田拓人・古村孝志・武村俊介, CPUとGPUの双方で動作する高速並列地震波動伝播計算コードの開発, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 幕張, SSS09-P02, 2025-05-30.

貝淵美紗・前田拓人・平野史朗, 深発およびやや深発地震に伴うsP波の震源位置依存性とその要因, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 幕張, SSS09-P10, 2025-05-30.

平井隼人・前田拓人・平野史朗, 火星の隕石衝突による火震S1034aの地震波形記録に基づく火星内部不均質構造の地震波数値シミュレーション, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 幕張, PPS09-P07, 2025-05-27.

平井隼人・前田拓人・平野史朗 隕石衝突火震S1034aの地震波形モデリングを通じた浅部不均質構造の検討：表面波楕円率とP波コーダによる波形形状特徴再現 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡, S21-04, 2025-10-21.

Hayato Hirai, Takuto Maeda, & Shiro Hirano Numerical simulations of seismic waveforms from

the Martian impact event S1034a: Investigating shallow crustal heterogeneity 12th ACES International Workshop, Taipei, D2-11, 2025-11-05.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

GPU 化を達成した地震波動伝播計算コード OpenSWPC のさらなる高度化，ならびに地震波動伝播数値シミュレーションの普及・啓発活動を継続的に実施する。

OpenSWPC に関しては，巨大断層を模擬するために震源要素数を増加させた場合に GPU 実行性能が低下する課題が顕在化している。アルゴリズムの全面的な見直しも視野に入れ，対応策の検討を進める。また，球殻構造への対応や，粘弾性を正面から扱う吸収境界条件の実装など，計算精度および適用範囲の拡張に向けた改良を継続する。

普及活動については，講習会の継続開催に加え，参加者からのフィードバックを反映した新規教材の開発を進め，数値シミュレーション技術の定着と裾野拡大を図る。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

前田 拓人（弘前大学大学院理工学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
古村 孝志（東京大学地震研究所）, 武村 俊介（東京大学地震研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：弘前大学大学院理工学研究科
電話：0172-39-3608
e-mail：tktmyd@hirosaki-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前田拓人
所属：弘前大学大学院理工学研究科

令和７年度年次報告

課題番号：HYG_01

（1）実施機関名：

兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震観測研究の成果を活用した今後の土地利用計画手法の提案
（英文）Proposal for future land use planning methods utilizing the results of earthquake observation research

（3）関連の深い建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

（5）本課題の５か年の到達目標：

近年、国内外で活断層の近傍における建築制限を含む土地利用規制が進められている。日本においては、現在中央構造線近傍における特定建築物の建築制限を徳島県が主体となって実施している。とはいえ、一部私権を制限することや、その断層が地表面に明確に現れていないことなどから、土地利用規制や建築制限をしても実態としての建物移転はなかなか進まない現状にある。観測技術の進展によって災害誘因の予測が精緻化されてきた現在、予測成果を土地利用規制、建築規制にきちんと展開することが可能な環境は整いつつあるものの、これまでの状況を踏まえると、社会実装時に十分活用できない可能性がある。

たとえば、河川氾濫等の水害リスクに関してはハザードマップで明示され、建物移転の必要性も指摘されているが、平時の都市計画でそれが全面的に反映されることは少なく、ソフトの対策のみが行われることも多い。そこで、ここでは国内外の地震観測成果の活用状況、および他の自然災害リスクの予測成果の土地利用計画への反映状況について、関係機関、当事者の認識等を細かく整理することで、将来に向けた防災・減災の視点を含めた情報共有、対策実施のあり方を検討する。加えて、すでに災害危険区域に組み込まれた地域における土地利用の動向についても把握する。

すでに土地利用が進んでいたり、利便性とのバランスで土地利用形態が適正になるまでには時間を要すること。時間経過を組み込んだ土地利用の緩やかな適正化を図るための方法論を検討することは、まさに次期観測研究計画における社会の共通理解醸成のためにも重要である。そこで、これまでの災害事例およびその後の復興事例を精査し、土地利用による被害拡大の影響を把握するとともに、その後の地域復興プロセスにおいて将来の災害誘因予測がどのように土地利用計画へと反映されたのかについても把握する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度～7年度は、国内での土地利用規制の運用実態を把握し、災害誘因予測が精緻化された状況下での運用のあり方を検討する。また、東日本大震災被災地における土地利用規制（災害危険区域）の現状把握にもつとめ、時間経過に伴う実態変化を把握する。

令和8年度は海外での建築制限の運用実態を把握するための調査を進める。具体的にはニュージーランド、トルコ、台湾を想定している。規制を進める当局だけでなく、住民や事業者、不動産関連業者への調査を進める。

令和9年度以降は、他の課題の知見を実際の土地利用計画の変更にどのように反映させることができるのか、または該当する地域における反応に関しての調査を、行政や地域樹民を対象に実施するとともに、災害誘因予測の精緻化に基づく土地利用規制の可能性について、その支援策も含めて検討する。合わせて、防災リテラシー向上のための知見を整理し、研修プログラムの検討チームへと提供する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

自然災害被災地における安全性の確保による土地利用の継続と周辺地域での避難意識に関する調査研究

ー平成26年広島市豪雨災害の被災地でのケーススタディーー

これまでの災害による被災地の殆どがそうであったように、自然災害で受けた被害に対しては、原則原型復旧、場合によっては改良復旧で元通りに戻す、ということが、結果的に地域が従来から抱えてきた脆弱性をこれまで以上に覆い隠すことによる復興が進む、というケースもある。

自然災害リスクがあっても、十分な災害対策が講じられていると信じる、もしくはリスクはなくなったという理解から、甚大な被害を受けたエリアへの再居住が進んでいく。平成26年豪雨災害で大きな被害を受けた広島市安佐南区八木地区では、復興まちづくりビジョンの中で、砂防堰堤の構築による安全性の確保の方針が示され、被災エリア広範に渡り多くの事業が進められた。当時土石流の発生で甚大な被害を受けた世帯の多くはその土地を離れ、より安全な場所で住まいや暮らしの再建を進めたが、その土地の上流部に砂防堰堤が完成した現在、不動産開発業者による土地の取得、住宅の建設販売が行われている。確かに砂防堰堤の構築によって土砂災害危険区域の指定は外れることになったが、結果として対策を講じる事によって、その土地元来の災害時の脆弱性を見えなくし、気候変動の影響などによるより一層の豪雨災害が発生した場合には前回の被害を超える被害が発生する可能性が少なからずあるエリアを、居住地域から除外することなく再生してしまう、という状況は、公的支援により本来は復興の対象から除外すべきようなリスクの高い土地での住民の生活再建が進んでしまうことの是非は検討されるべきである。

甚大な被害を受けた広島市安佐南区には、災害の記録と伝承、そして防災活動の啓発を目的として2023年9月に広島豪雨災害伝承館が設置された。住民によるまちづくり提案から設置が決定され、展示内容についても住民が主体となって検討が進められた。展示内容のひとつに、被害が生じるまさにそのときに住民がどのように感じ、行動していたのかを時系列で整理したものがある。これを見ると、防災気象情報に関する項目はなく、自身の判断、もしくは自宅周囲の異変を察知するなかで行動を決定している様子がうかがえる。被災者の感覚を時系列で整理をしているが、その感覚はどのような気象条件下で想起されたのかについては不明である。

そこで今年度は、広島県内で近年発生した豪雨災害の被災地において、実際に被害を受けた住民が周辺の状況変化から感じた感覚と、その前後の気象条件を突合することによって、「どんなタイミングが危機感を感じる状況なのか」をなるべく正確に把握し、「リアルタイムかつピンポイントの情報提供によって被害を軽減できる行動に役立ちうるのか」を検討する。これは、線状降水帯の発生による豪雨時に、少ない時間的猶予の中でどのように安全を確保するべきなのか、を検討する知見を示すことになるのに加え、たとえ災害対策工事が被災後に実施され、かつてより安全性が確保されたとしても、むしろ住民の危機感は失われ、今後も住宅系土地利用が進められてしまうこと、そして結果としては同様の被害が生じる可能性が依然残存しうる、ということが明らかになった。つまり、災害対策が防災リテラシーの向上を不要のものとしてしまうことによる脆弱性の維持が継続する可能性が示唆された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本来は、地震観測技術の精緻化によって災害誘因としての土地利用への活用可能性を検討することが

本研究テーマの目的であるが、住民のリスク認知と居住意思の関係を見るためには、頻度が高く、ハザードマップなどでリスク情報が開示されているハザードでまず調査分析、検討を進めることが必要であると考えた。その結果、ハザードマップが提示されていても豪雨災害の場合、ぞれぞれが雨の振り方や雷の状況変化を避難のトリガーとしていることが明らかとなった。
ここでの知見も踏まえ、最終的な研究目的を達成するべく、地震災害にフォーカスした研究を次年度以降進めていく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Masahiro SAWADA et.al., 2026, Relationship Between Disaster Prevention Weather Information and Residents' Awareness: A Case Study of the 2014 Hiroshima Heavy Rain Disaster, Journal of Disaster Research Vol.21 No.1, pp.15-23, https://doi.org/10.20965/jdr.2026.p0015, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

南海トラフ地震に関する臨時情報が発令された際の住民意識について、大規模な調査を行い、避難に際しての移動の可否や長期的な避難生活を送らざるを得ない場合の避難地選択について結果を集計し、その傾向を分析する。その結果から地震ハザードの予測が精緻化した場合の住民行動の選択肢を整理する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

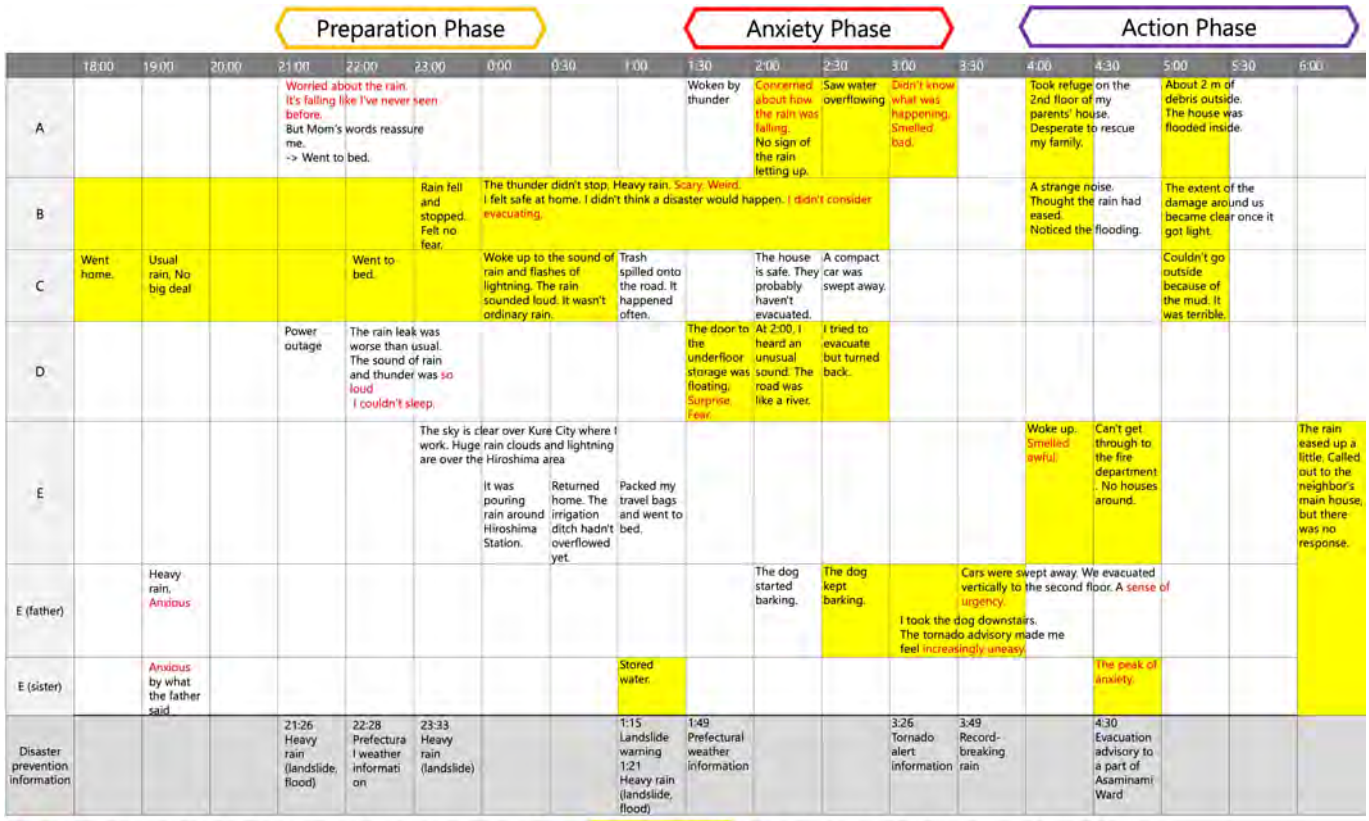
澤田雅浩（兵庫県立大学大学院　減災復興政策研究科）, 馬場美智子（兵庫県立大学大学院　減災復興政策研究科）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

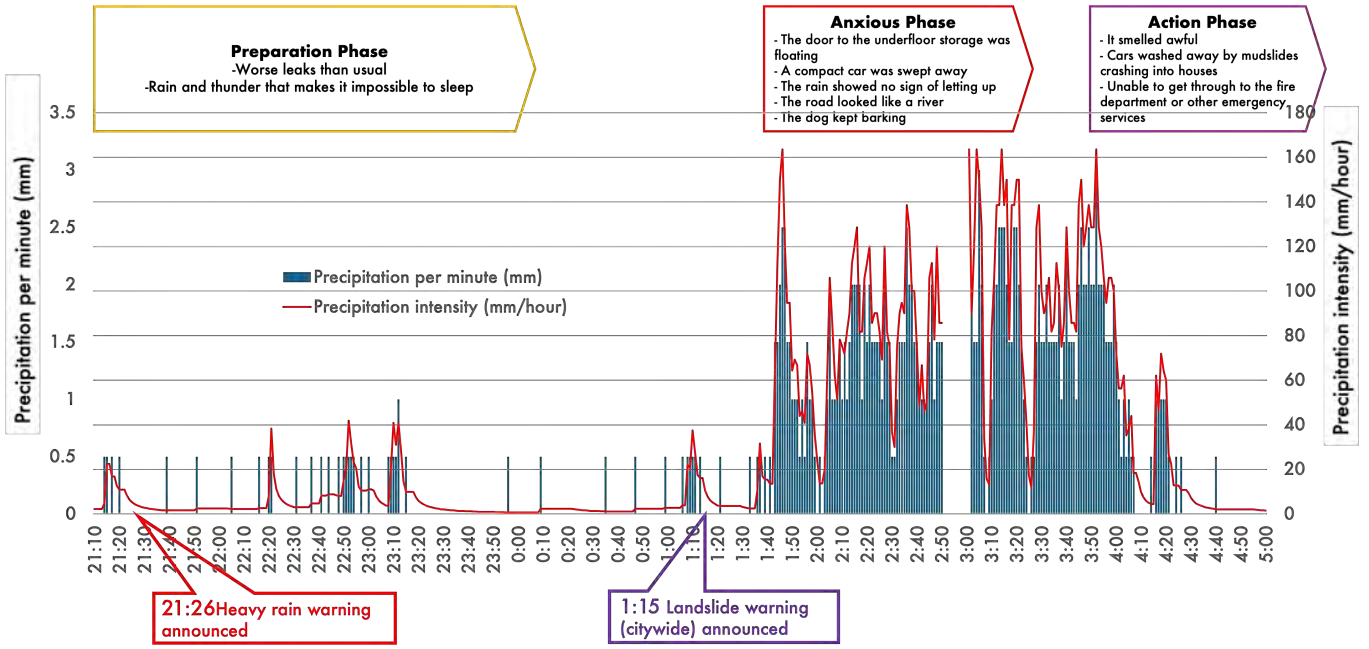
部署名等：兵庫県立大学大学院　減災復興政策研究科
電話：078-891-7376
e-mail：gensai@ofc.u-hyogo.ac.jp
URL：https://drg-u-hyogo.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：澤田雅浩
所属：兵庫県立大学大学院　減災復興政策研究科



被災者へのヒアリング結果から整理する危機感の時系列変化



平成26年広島市豪雨災害時の修正済みアメダス三入の観測データと住民危機意識の関係

令和７年度年次報告

課題番号：HYG_02

（1）実施機関名：

兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）大規模噴火に対応するための自治体間広域連携システム
（英文）Disaster Coordination System among Local Governments for Large-scale Eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
火山
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山が大規模に噴火すると、そこに住む人々は長期に渡り地域外へ広域避難しなければならない。居住地に被害が及ぶ場合は、住まいを移転しなければならない。火山灰等は広域に拡散することから、広域なエリアに健康、環境、ライフライン、農業・漁業・地域産業被害がもたらされる可能性がある。長期化する噴火による身体的・精神的苦痛は災害関連死をもたらす可能性がある。災害関連死を含む人的被害を軽減するには、きめ細やかな被災者支援策を広域で展開する必要がある。そのためには、火山が位置する自治体と、拡散する噴出物により被害を受ける自治体や避難先となる自治体との間での噴火推移予測や観測情報の共有と、連携による被災者支援が不可欠である。とりわけ日本は災害対応における基礎自治体の役割が大きい反面、自治体間の相互連携の仕組みが脆弱でありその強化が求められる。

本研究では、大規模噴火において広域連携が求められる政策課題を明らかにし、それら政策課題に対応するための自治体間連携システムを検討することを目的とする。具体的には広域連携を促進するための法制度やリスクコミュニケーションの要件の把握、実践的な訓練を通した人材育成プログラムを提案する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度は、大規模噴火において広域的な対応が求められる政策課題を噴火に関する資料調査から網羅的に抽出し体系化する。具体的には、櫻島大正噴火、有珠山噴火を事例として、歴史資料、研究論文、報道記事、行政文書の通読と分析を行う。また、有珠山については、災害対応の関係者へのヒアリングを通して、当時の災害対応の状況を把握する。国内での大規模噴火事例は限られることから、フィリピンのピナトゥボ火山噴火、コロンビアのルイス火山噴火等の海外の大規模噴火事例の分析をあわせて行う。

令和７年度は、各自治体が噴火に備えて実施している訓練プログラムに関する調査を行う。訓練プログラムの内容・対象者や訓練による効果を把握し、広域連携を促進するための訓練プログラムを検討するための基盤とする。

令和８年度は、自治体間広域連携体制を検討する。火山防災協議会等の地方自治体が主として設置す

る会議体に加え、全国知事会のような全国域の連携体、九州地方知事会のような地方広域の連携体、相互応援協定に基づく体制や、後方支援拠点等のロジスティック支援体制等の広域連携体制のメリット/デメリットについて自治体関係者と研究会を行い検討する。
令和９年度は、大規模噴火対応を想定した訓練プログラムを検討し、被害が想定される自治体にて実践し、その効果を検証するとともに改善策を検討する。
令和10年度は、研究成果を総括するとともに、大規模噴火における自治体間広域連携の社会実装に向けた法制度の整備や人材育成のあり方等の具体策を提示する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度は、自治体における防災訓練プログラム設計に資することを目的として、過去の噴火災害における被災者生活再建支援制度の適用状況に関する調査を行った。同制度は、阪神・淡路大震災をきっかけに整備されたもので、災害により生活基盤に著しい被害を受けた者に対し、生活再建支援金を支給するものである。
同制度導入後に発生した三宅島噴火（2000年）及び霧島山新燃岳噴火（2011年）を対象に適用状況の調査・分析を行った結果、現行の制度は主として地震・水害による住宅損壊を前提に設計されおり、降灰、噴石、火山性ガス、空振等の噴火災害特有の被害に対応していないことが明らかになった。制度の適用状況は自治体間で相違がみられ、実態として住民には家屋の修繕費負担や生活環境への被害が生じていたにもかかわらず、現行制度はこれらの生活困難を補完するものではなく、制度を拡充の必要性が示唆された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

令和7年度は、三宅島噴火と新燃岳噴火を対象に、被災者生活再建支援制度の適用実態を分析することで、噴火災害における自治体の対応の特徴と課題を明らかにした。特に、現行制度が火山噴火特有の被害に対応するには十分ではなく、対応には自治体間で相違がみられるという実態が明らかになった。このことは、大規模噴火発生時には基礎自治体単独で被災者支援を行うことは困難であり、自治体間連携の仕組みや役割分担が不可欠であること示唆している。
令和7年度に抽出された課題をふまえ、令和８年度は自治体間の広域連携のモデル化や、長期避難を前提とした生活再建の仕組みを検討する予定である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

阪本真由美, 大規模噴火と自治体間の広域連携, 都市問題, 東京市政調会, 116, 65-72, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和８年度は自治体間の広域連携のモデル化や、長期避難を前提とした生活再建の仕組みを検討する。被災者支援における広域連携の具体像や、連携のメリット/デメリット、人材育成のあり方について火山防災協議会に参画する自治体関係者と研究会を開催し検討する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

阪本真由美（兵庫県立大学減災復興政策研究科）, 平井敬（兵庫県立大学減災復興政策研究科）
他機関との共同研究の有無：有

中道治久（京都大学防災研究所）, 秦康範（日本大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科
電話：078-891-7340
e-mail：sakamoto@drg.u-hyogo.ac.jp
URL：https://drg-u-hyogo.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：阪本真由美
所属：兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

令和７年度年次報告

課題番号：HYKN01

（1）実施機関名：

兵庫県立大学環境人間学部

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震・火山噴火災害の被害軽減に資する防災リテラシー向上のための知識要素の体系化と教育・研修プログラム開発

（英文）Systematization of knowledge elements and development of education programs for improving disaster literacy that contributes to reducing damage from earthquakes and volcanic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（4）その他関連する建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震・火山現象の理解・予測を災害の軽減につなげるためには、地震・火山現象に関する科学的な理解を深め、現象を予測するだけでは必ずしも十分ではない。地震・火山現象の理解・予測の研究成果を社会に適切に還元する必要があり、地震・火山現象の研究成果を理解する枠組みを国民１人１人が持ち、地震・火山現象の理解・予測を「防災リテラシー」（災害発生時に、自らの生命を守るための行動について、正しい判断を下し、適切に実行するための能力）として社会の共通理解醸成に発展させることが理想である。

しかし「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（第1次）で本研究課題の実施者が文部科学省研究開発局地震・防災研究課と行った2016年熊本地震調査によると、回答者の約7割が「地域の活断層の存在を知らなかった」と答え、残りの3割についてもその内の過半数が「活断層があることは知っていたが、その活動層が地震を引き起こすとは考えなかった」と答えており、地震・火山災害についての知識が社会の共通理解情勢に至っていない。これは研究内容を理解するためにどのような知識体系のもとで防災リテラシーを醸成すべきか、これまで整理されてこなかったことが一因である。「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（第2次）計画では、災害誘因である地震・火山現象の防災リテラシーの構築の取組が新たに導入され、萌芽的に、防災・災害対策にかかわる行政や関係機関の職員を対象に、必要な防災リテラシーの要素や枠組みの検討が行われた。

そこで本課題では、第2次計画で進めてきた試行的な防災リテラシーの研修プログラムを含め、様々な防災リテラシー向上のための教育体系・プログラムについて、対象者を学生や一般市民などにも拡大し、それぞれの対象者について実効性のある防災対策に必要な知識要素を特定しながら、教育・研修プログラムおよびユニットの開発と効果検証を発展させるとともに、地域の行政機関や学校機関などのステークホルダーと共同した研究も実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題における研究は、心理学・教育学・教育工学分野における教育・研修プログラム開発で多用されるインストラクショナル・デザインにおけるADDIE（アディー）理論を基盤とする。ADDIE 理論とは、教育・研修プログラム開発を進めていくための基本となるプロセスモデルのことで、分析

（Analysis）→設計（Design）→開発（Development）→実施（Implementation）→評価（Evaluation）というプロセスを複数回繰り返すことで教育・研修プログラムを開発・改善していくものである。

令和6年度は、分析と設計を中心に実施する。地震・火山研究者の研究者が「地震・火山現象の理解・予測のために理解してほしいこと・伝えたいこと」と、対象者である一般市民が「地震・火山現象で現実に理解していること」「理解したいと思っていること」をwebによる量的社会調査および、自治体・教育機関等の質的社会調査等から明らかにし、学習すべき防災リテラシーの要素の洗い出しを行う。また明らかになった知識要素について、先行的に教育プログラムおよび教材を作成し、教育効果を測定する。

令和7年度は、分析・設計に加えて、開発も中心的に実施する。洗い出しをした要素に基づき、防災リテラシーの体系および枠組みを仮説化しながら、抽出された知識要素の中で特徴的なものについて先行的に教育・研修プログラムを開発する。開発にあたっては、インストラクショナル・デザイン理論に基づき、誰でも教育・研修プログラムが実施できるような「指導案」および「教材」「ワークシート」「確認テスト」を開発する。またモデル地域において、パイロット的に実施・評価をしながら開発時点での修正を行う。

令和8年度は、分析・設計・開発を続けるとともに、仮説化された枠組みをもとに、複数の教育・研修プログラムの開発・実施・評価を、複数のモデル地域で実施して一般性・標準化の検討を行う。また、知識体系のもとに複数の教育・研修プログラムを組み合わせたカリキュラム（単元構想）を仮説的に提案する。

令和9年度は、分析・設計・開発を続けるとともに、複数の教育・研修プログラムおよびカリキュラムを実装し、対象者を一般市民・学生など広げた上で実施・評価することで、プログラムやカリキュラムの効果検証を行う。また再度、知識体系の分析・設計を行い、教育・研修プログラムの過不足の検討をする。

令和10年度は、実装された教育・研修プログラムおよびカリキュラムを複数のモデル地域や対象者で実施・評価することで、教育・研修プログラムの展開を図る。また、指導案や教材などが例えばweb上で閲覧・ダウンロードできるような共有サイトへの掲載・構築を図る。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度は、地震・火山噴火災害の被害軽減に資する防災リテラシー向上のための知識要素の体系化と教育・研修プログラム開発のため、分析・設計に加えて、開発も中心に実施した。

具体的には、防災リテラシー向上のための知識要素の体系化について、2011年東日本大震災の被災者に対し、震災後13年時点において大規模な質問紙調査を実施した。本調査では「生活復興カレンダー」手法を用い、被災者の生活再建プロセスを時間軸上に可視化した 。 分析の結果、震災後数日で被害の全体像を把握し、数週間で長期化を覚悟するといった初期段階から、2カ月での仕事・学校の再開、6カ月での住まい・家計の安定、そして1年での地域活動の進展といった詳細なタイムラインが判明した。一方で、地域経済の回復には7年という長い歳月を要し、震災から13年が経過した時点でも、回答者の約4分の1が「自分は依然として被災者である」という意識や「安全ではない」という認識を持ち続けている実態が浮き彫りとなった（図1）。また、1995年阪神・淡路大震災との比較分析により、被災者の生活復興過程には、被害把握から地域経済の脱却に至る「5段階の共通プロセス」が存在することを明らかにした。これは、災害の種類や規模が異なっても、日本における生活復興過程には一定の一般性が存在することを示している（図2）。

また、学校教育現場の要である教職員を対象とした、防災リテラシーの現状把握と構造分析を行った。宮城・岡山・新潟の3県において、教員が抱くリスク認知と自己効力感の構造的特徴を調査した。心理的構成概念に基づく分析の結果、教員は「災害の発生頻度と被害規模を連動させて評価する」という強い傾向を持つことが示された。また、被害イメージを具体的に想起できる事象ほど、その対策に対する自己効力感が高まるという正の相関が確認された。地域別の特徴として、宮城県では大地震に対する評価が突出して高い一方、津波への認知は震災経験と必ずしも一致しないといった乖離が見られた。岡山県では西日本豪雨の経験が、新潟県では豪雪地帯の特性や近年の能登半島地震の影響がそれぞれリスク認知に強く反映されていた（図3）。一方で、活火山を有する地域であっても「火山噴火」に対するリスク評価は一貫して低いなど、低頻度災害に対しては評価が低くなるという認知の限界も明らかとなった。これらのデータは、次年度以降の教育プログラムの最適化に向けた基礎的知見

としたい。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本年度の研究成果は、防災リテラシーの体系化という理論的側面と、災害軽減への貢献という実務的側面の両面において、重要な位置づけを持っている。防災リテラシーの体系化においては、防災リテラシーを単なる知識の蓄積ではなく、社会現象としての災害に対応するための知識体系として再構築する上で、本年度の成果は以下の二点において貢献している。

第一に、長期的復興過程の解明を通じて、被災者が直面する困難を時間軸に沿って予測可能にする「復興知」を体系化した点である。抽出された「復興の5段階」は、事前復興に関するリテラシーとして住民や行政が共有すべき知識要素の核となりうる。第二に、教員のリスク認知構造を、発生確率（Q1）、被害影響（Q2）、危機イメージ（Q3）、自己効力感（Q4）という変数を用いて定量的に把握した点である 。特に、リスク認知の算出式を用いた評価手法によって、学習者の防災リテラシーがどの段階で停滞しているかを診断したことで、例えば、文部科学省の『実践的な防災教育の手引き』に採用されている「認知―判断―行動」という学習プロセスの各段階を、科学的に検証・補強することができる。

また災害軽減への位置づけと実効性について、本研究では、「災害の軽減」を物理的被害の抑制のみならず、被災後の社会・心理的回復の加速と捉えている。東日本大震災と阪神・淡路大震災の比較から得られた知見は、家屋被害の状況に応じたきめ細かな支援策が、被災者意識の早期解消に繋がる可能性を示唆している。これは、限られた社会的リソースをどのタイミングで、どの層に集中的に投入すべきかという、政策介入の最適化（レジリエンスの向上）に資するエビデンスとなりうる。また、教職員のリスク認知分析により、「認知があっても行動に直結しない事象」の存在が特定されたことは、今後の防災訓練の在り方に一石を投じるものである。頻度に左右されず重大性を認識させること、および「被害イメージ」を深化させる学習と「行動訓練」をパッケージ化することの有効性が裏づけられた意義は大きい。

今後の展望として、本年度に抽出された知識要素と認知構造の知見を統合し、実効性の高い教育プログラムへと昇華させることを課題としている。具体的には、本研究で用いた評価手法を児童生徒へも展開し、個々のリテラシーレベルに応じた「パーソナライズされた防災教育」のモデルを構築することを目指す。地域特性や過去の災害経験が認知に与える影響を考慮しつつ、地震・津波災害だけでなく、火山噴火のような低頻度・巨大災害に対しても適切な危機イメージと自己効力感を育むための、新たな学習プロセスの開発に注力していく。またこれらの成果を、既に掲載が予定されている学術誌等を通じて広く社会に発信するだけでなく、国内外の防災政策および教育現場への実装を加速させていく 。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

KIMURA, R., SATO, S., TAMURA, K. and INOGUCHI, M., 2026, Empirical Analysis of the Long-Term Life Recovery Process from the 2011 Great East Japan Earthquake Using the Life Recovery Calendar Method, Journal of Disaster Research, Vol.21, No.1, pp.59-70, https://doi.org/10.20965/jdr.2026.p0059, 査読有, 謝辞有

NAGATA, T., KIMURA, R. and OHTOMO, S., 2026, Survey and Analysis of Teachers’ Disaster Risk Reduction Literacy -Basic Knowledge to Improve Disaster Risk Reduction Education Programs-, Journal of Disaster Research, Vol.21, No.1, pp.114-127, https://doi.org/10.20965/jdr.2026.p0114, 査読有, 謝辞有

OHTOMO, S., KIMURA, R., NAKAZAWA, K. and NAGATA, T., 2026, Effects of Disaster Literacy Factors on People’s Reaction to the Earthquake Early Warning, Journal of Disaster Research, Vol.21, No.1, pp.24-32, https://doi.org/10.20965/jdr.2026.p0024, 査読有, 謝辞有

TAKAHASHI, M., INOGUCHI, M. and KIMURA, R., 2025, Studies on Disaster Prevention Literacy: A Review, Journal of Disaster Research, Vol.20, No.2, pp.150-159,

https://doi.org/10.20965/jdr.2025.p0150, 査読有, 謝辞有

高橋誠・木村玲欧, 総論：特集「防災リテラシー」, 2025, 月刊地球, Vol.47, No.5（2025年5月号）, pp.237-243, 査読無, 謝辞有

大友章司・木村玲欧・中澤幸介, 2025, リスク・リテラシーおよび地震への認識や心理属性が防災行動に及ぼす影響, 月刊地球, Vol.47, No.6（2025年6月号）, pp.289-298, 査読無, 謝辞有

佐藤翔輔・田村圭子・木村玲欧・小田原未依・元谷豊・竹本加良子, 2025, 東日本大震災10年の生活再建過程ふりかえる被災者から聞き取り：復興庁・被災者インタビュー調査の概要とウェブサイトでの公開, 地域安全学会東日本大震災特別論文集, No.14, pp.31-34, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

木村玲欧・水流花鈴, 2025, 1995年阪神・淡路大震災以降の防災教育の実態像の整理～新聞記事のテキスト分析を通して, JpGU Meeting 2025（日本地球惑星科学連合2025年大会）

大友章司・木村玲欧, 2025, 自然災害に対する人々の認知と行動の可視化～2024年の日本全国の調査の分析～, JpGU Meeting 2025（日本地球惑星科学連合2025年大会）

大友章司・木村玲欧, 2025,日常の生活場面が人々の災害の安全確保行動の選択に及ぼす影響, JpGU Meeting 2025（日本地球惑星科学連合2025年大会）

永田俊光・李泰榮・木村玲欧・小田隆史・池田真幸, 2025, YOU@RISK子ども版・洪水災害編を活用した防災教育プログラムの提案, JpGU Meeting 2025（日本地球惑星科学連合2025年大会）

大友章司・木村玲欧, 2025, 地震災害の安全確保行動の選択における生活環境の変動効果, 日本心理学会第89回大会

木村玲欧, 2025, 風水害時の安全確保行動の阻害要因解明によるタイムラインを利用した行動変容アプローチ, 令和7年度 河川情報シンポジウム（一般財団法人 河川情報センター）

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は、災害時に対する人間行動に関する実態解明を行うとともに、防災リテラシーを向上させるための教育プログラムを引き続き実施する。洗い出しをした要素に基づき、防災リテラシーの体系および枠組みを仮説化しながら、抽出された知識要素の中で特徴的なものについて先行的に教育・研修プログラムを開発する。開発にあたっては、インストラクショナル・デザイン理論に基づく。特に、分析・設計・開発を続けるとともに、仮説化された枠組みをもとに、複数の教育・研修プログラムの開発・実施・評価を、複数のモデル地域で実施して一般性・標準化の検討を行う。また、知識体系のもとに複数の教育・研修プログラムを組み合わせたカリキュラム（単元構想）を仮説的に提案する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

木村 玲欧（兵庫県立大学環境人間学部）

他機関との共同研究の有無：有

田村 圭子（新潟大学 災害・復興科学研究所）, 井ノ口 宗成（富山大学 都市デザイン学部）, 大友 章司（関東学院大学 人間共生学部）, 高橋 誠（名古屋大学大学院 環境学研究科）, 室井 研二（名古屋大学大学院 環境学研究科）, 加藤 尚之（東京大学 地震研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：兵庫県立大学環境人間学部

電話：
e-mail：
URL：https://www.u-hyogo.ac.jp/shse/koho/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：木村玲欧
所属：兵庫県立大学環境人間学部

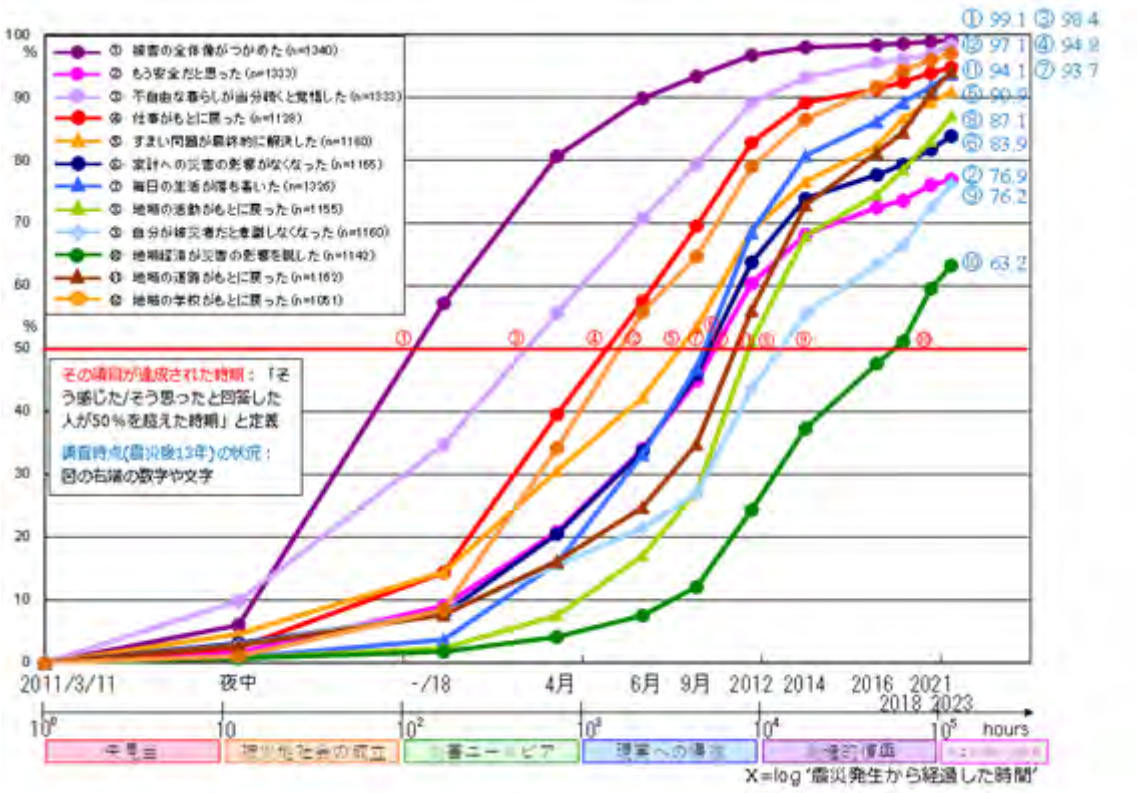


図1　東日本大震災の生活復興カレンダー(2024年1月(震災13年))

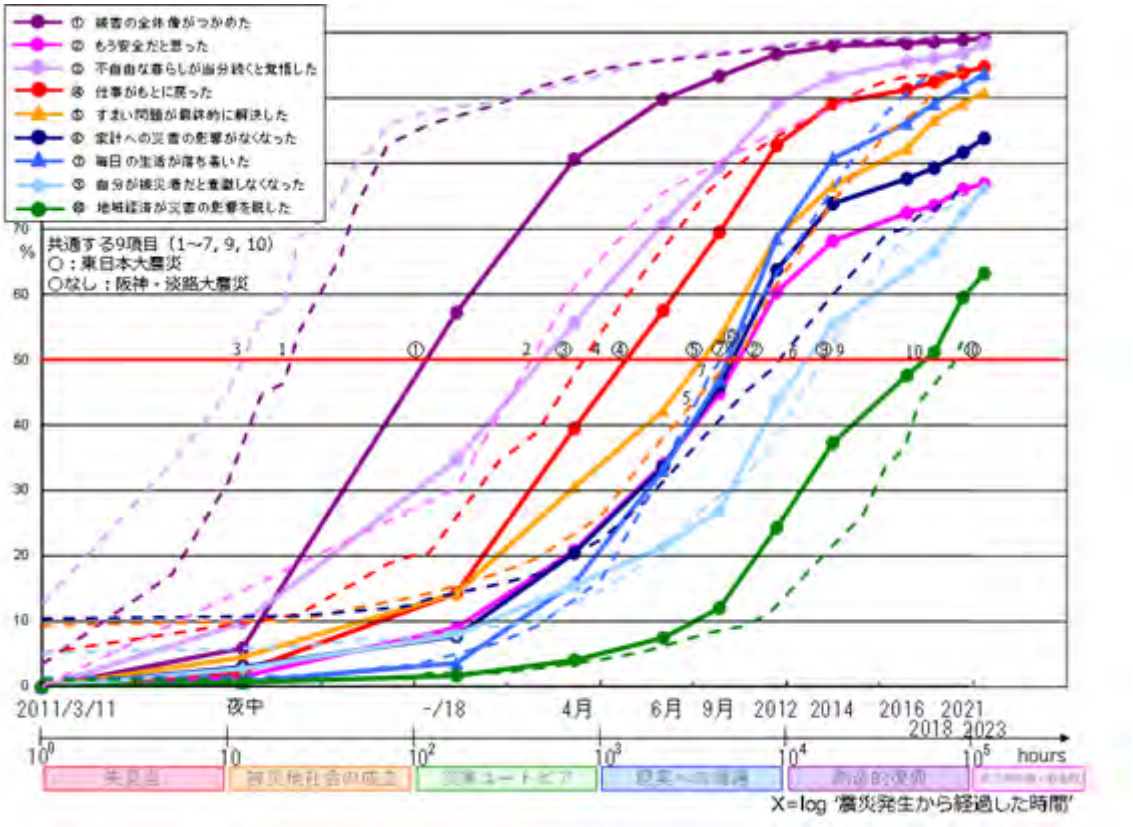


図2　生活復興カレンダーの比較（阪神・淡路大震災・全壊全焼（点線）×東日本大震災（マーカー付太線））

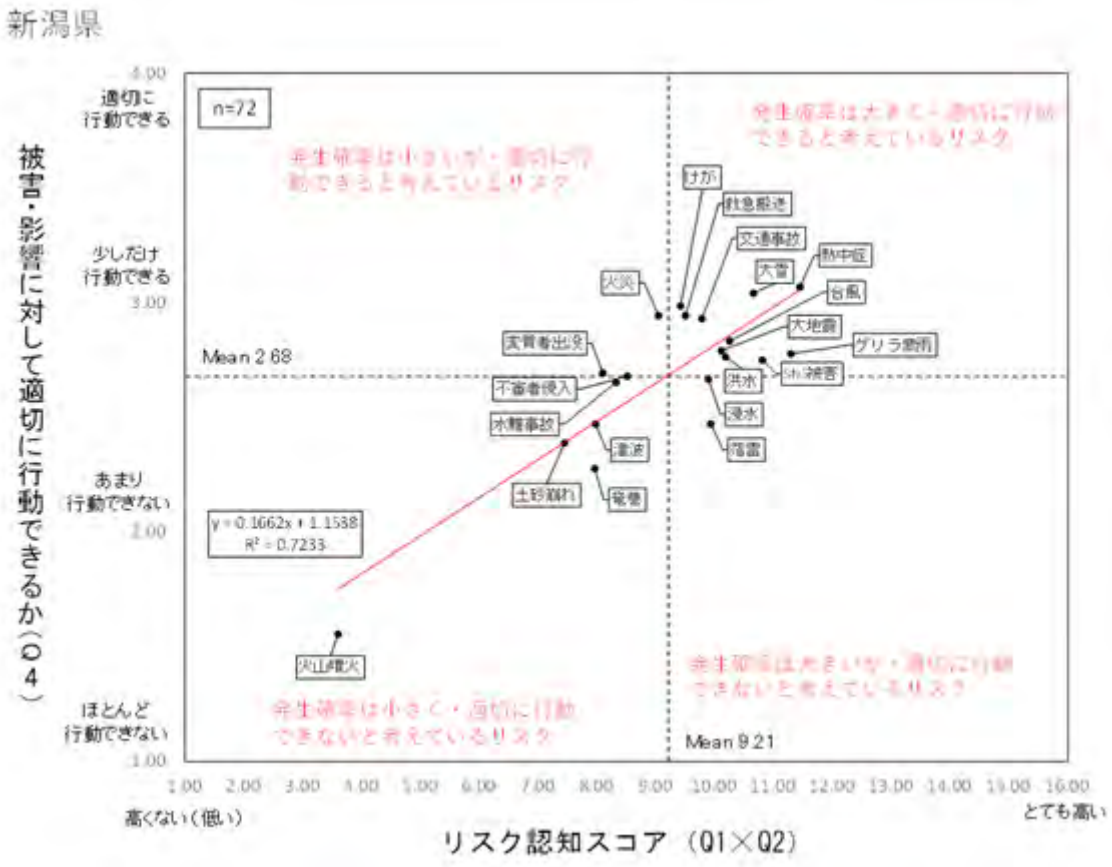


図3　新潟県の教員におけるリスク認知スコア(Q1×Q2)と自己効力感（Q4）の関係

令和７年度年次報告

課題番号：III_01

（1）実施機関名：

東京大学情報学環

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）不確かさを含む地震・火山災害に関する災害誘因予測を、効果的な災害情報とするための表現技法に関する認知科学的アプローチ

（英文）Cognitive science approach on how to express disaster inducement forecasts for earthquake and volcanic hazards with uncertainty for effective disaster information

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
火山

（4）その他関連する建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(2) 首都直下地震
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震学・火山学の知見を人々の接する災害情報にどのように落とし込むかによって、活用のされ方や理解のされ方、また対策そのものが変化する。我々の研究グループの知見から、災害に関する確率表現のあり方や、映像を用いた災害の表現方法の在り方での災害をどのように表現するかなど情報の特性に応じて、人の認知、記憶の残りやすさ、災害対策への行動意図などが大きく変化することが明らかになりつつある。本課題では、これを発展させ、住民に防災意識の向上や適切な防災対策を促す情報のありようを、言語表現、確率表現、地図表現、映像表現などの要素に分け分析していく。

従来のアンケート調査を用いた調査のみならず、縦断的調査や、認知神経科学的手法を用いた実験などから、どのような表現手法、活用条件が効果的かを明らかにする。最終的には、地震学・火山学の成果としての災害情報をより効果的に伝える手法の開発に資する基礎的な知見を析出することを目標とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

認知科学、社会心理学をベースとして、不確かさを含む地震・火山災害に関する発生確率、地震動予測地図、被害想定などの災害誘因予測を、効果的な災害情報とするための表現技法の開発に資する基礎的な知見を析出する。具体的には、下記項目に関して、より防災意識を喚起する情報とはどのようなものか、より記憶として長く残りやすい情報とはどのようなものか、災害情報に絞って、認知、感情、記憶の関係性を解明する。

・言語表現（用語の認知度、程度の言語表現）
・確率表現（確率年、％表記と歩合表記）
・地図表現（地震動予測地図やハザードマップにおける色表現、解像度）
・映像表現（過去映像とシミュレーション映像、音声）

まず、これまでの知見を整理しつつ、従来のアンケート調査を用いた調査を基礎とし、縦断的調査、認知神経科学的手法などを用いた実験などから、どのような表現手法、活用条件が効果的かを明らかにしていく。最終的には、地震学・火山学の成果としての災害情報をより効果的に伝える手法の開発に資する知見を析出する。

スケジュールは以下の通り
R6年～R7年　言語表現、確率表現等に関する社会調査を用いた基本的調査、縦断的調査
R8年～R9年　映像表現等に関する認知神経科学的な実験調査
R10年　　とりまとめ

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本研究の目的は、地震学・火山学の成果としての災害情報をより効果的に伝える手法の開発に資する知見を析出することである。本年度は言語表現に関する調査として、2025年12月9日の午前2時に気象庁から発表された北海道・三陸沖後発地震注意情報を事例として調査を実施した。

初めて発表された、北海道・三陸沖後発地震注意情報に対する日本全国の国民の意識や行動の変化を測定することを目的に、NTTコムリサーチのインターネットパネルを用いた、WEB調査を実施した。調査は12月10日20時30分から開始し、11日20時ごろに回収を終えた。その結果、47都道府県それぞれに居住する20～60代から200票ずつ、合計で9,400票を得た。この結果について、対象者が自記した居住地の郵便番号から、北海道・三陸沖後発地震注意情報で防災対応をとるべき地域の対象か否かを判定し、両者の比較を通して分析を行った。

その結果、まず、防災対応をとるべき地域の居住者であっても、22.8%が「対象ではない」と誤認しており、「わからない」と回答した人も19.3%いた。都道府県別にみると、北海道では70.6%の人が「対象である」と認識していたが、南に行くほど認知度は低くなり、千葉県ではサンプルサイズが少ないものの（n=10）、「対象である」と認識していたのは20.0%であった。

次に、北海道・三陸沖後発地震注意情報の発表を見聞きしたかを尋ねた結果、対応をとるべき地域に居住している人のうち、74.8%の人が「見聞きした」と回答し、そうではない地域よりも認知率が約15%高かった。なお、この情報を入手した人に対して、その時間帯を尋ねると、朝になってから入手した人も多かった。直後の午前2時や3時ごろに入手した、と回答した人は半数に満たなかった。そして、情報源のほとんどがテレビであった。

最後に、情報入手後の行動について複数回答で尋ねた結果、最も多かったのが追加の情報収集であり、なかでも「テレビから情報を得た」と回答した人が6割以上いた。比して、「インターネットから情報を得た」と回答した人は3割程度であり、多くの人がテレビを活用していたことが明らかである。なお、生成AIから情報を得た、と回答した人もほとんどいなかった。また、呼びかけられていた「地震への備えの確認」について、「水や食料などの備蓄を確認した」と回答した人が防災対応をとるべき地域では3割弱で最多であった。

この情報は深夜に発表されたこともあり、対象地域であっても発表直後に見聞きした人は限定的で、入手が朝以降になる回答が多かった。認知後の行動としては追加の情報収集が最も多く、情報源は主としてテレビに依存していた。一方で、備蓄の確認などの防災行動は一定数にとどまり、情報収集がそのまま具体的な備えの実行へ結びついたとは言い難い。注意情報の実効性を高めるためには、深夜帯の発表を前提にした伝達についても考える必要がある。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は県議の項目「３．地震・火山噴火による災害誘因予測のための研究　(4)地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究」に合致するものである。本研究の推進は地震動予測地図や様々な確率評価などを含む防災情報の効果的な表現技法の開発に貢献する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

安本真也，2026，令和6年8月の南海トラフ地震臨時情報に基づく住民の反応，令和7年度地域防災デー

タ総覧，一般財団法人 消防防災科学センター，印刷中．, 査読無, 謝辞無

安本真也・齋藤さやか・関谷直也，2026，令和6 年能登半島地震の被災地では地震情報はどのように認知されていたのか――確率論的地震動予測地図を中心に――，東京大学大学院情報学環紀要 情報学研究・調査研究編，43，49-103．, 査読無, 謝辞無

安本真也・荒木優弥・石橋真帆・作間敦・関谷直也・三宅真太郎・横田崇，2025，2024年8月8日に発表された南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）に対する住民の評価と防災行動の分析，災害情報，23 ，2，245-256．, 査読有, 謝辞無

安本真也，2026，災害と映像――防災ドラマは社会を救えるのか，有斐閣，320p．（単著） ISBN 978-4-641-17514-3, 査読無, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

関谷直也，2025，地震に関する用語とリスクコミュニケーション―「南海トラフ地震臨時情報（注意）」と「地震動予測地図」からみる名称に関する一考察―，日本災害情報学会第31回学会大会.

関谷直也・齋藤さやか・安本真也，2025，能登半島地震における地震動予測地図、群発地震に関連した事前の注意呼びかけの意味―令和 6 年能登半島地震被災地等における全国地震動予測地図の認知度等に関する調査，第44回日本自然災害学会学術講演会.

Maho Ishibbashi, Yoshihiro Honda, Yoshikazu Kagi, Seungmin Lee, Shinya Yasumoto, Naoya Sekiya，2025，Citizens' perceptions of disasters in Japan，20th APRU Multi-Hazards symposium and conference.

石橋真帆，災害時におけるテレビ視聴の特徴 ー令和6年能登半島地震時における情報行動ログデータの分析ー，第44回日本自然災害学会学術講演会.

石橋真帆・本多祥大・鍵慶和・LEE SEUNGMIN・安本真也・関谷直也，2025，災害観の構造に関する探索的検討，日本心理学会第89回大会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は映像表現等に関する認知神経科学的な実験調査を実施する計画である。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

関谷直也（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）, 安本真也（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）, 石橋真帆（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）, 田中淳（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）, 片田敏孝（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

服部正幸（東日本大震災・原子力災害伝承館）, 中丸和（東日本大震災・原子力災害伝承館）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター
電話：03-5841-5924
e-mail：cidir@iii.u-tokyo.ac.jp
URL：https://cidir.iii.u-tokyo.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：関谷直也
所属：東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター



後発地震注意情報入手後の行動

令和７年度年次報告

課題番号：IRID01

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）東北地方を中心とする歴史災害の文献・絵図史料収集および地形復原による分析
（英文）Analysis of historical disasters through topographic reconstructions from historical documents and pictorial maps in the Northeast region.

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（5）本課題の５か年の到達目標：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第３次）」では、東北地方全域をフィールドとして地震・津波・火山に関係する文献・絵図といった歴史資料について、博物館・図書館に収蔵される史料のほか、民間所在史料についても調査・整理を実施しながら調査・分析を進める。これにあたり、新出史料はもちろん、従来の研究で分析対象となった史料についても、史料の全体情報や該当する文書群全体の周辺情報を含めて史料情報を収集する。また歴史地形の復元については、旧版地形図をベースとしながら、各地に存在する大判の地籍図・村絵図なども調査対象として、超高精細スキャンなどを活用しながら情報を収集することにする。これらの方法で収集した情報を整理・分析し、千島海溝・日本海溝沿いにおける歴史地震・津波および日本海沿岸の歴史地震・津波に関する新たな視角からの分析を実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題においては、東北地方各地で年次ごとにフィールドを設定し、対象地域の博物館・図書館の所蔵史料を手がかりとして現地調査を実施し、文献史料・絵図史料の情報を収集するとともに、各地の代表的な地震・津波・火山などの歴史災害について研究分析を実施する。
令和６年度は宮城県を中心に史料情報を収集し、1611年慶長奥州地震津波や1793年寛政地震津波などについての分析をおこなう。
令和７年度は岩手県を中心に史料情報を収集し、1677年延宝八戸沖地震や1896年明治三陸地震などの分析をおこなう。
令和８年度は福島県を中心に史料情報を収集し、1677年延宝房総沖地震などの分析をおこなう。
令和９年度は秋田県・山形県を中心に史料情報を収集し、1804年象潟地震などの分析をおこなう。
令和10年度は青森県を中心に史料情報を収集し、1793年寛政西津軽地震などを分析するとともに、五か年の研究成果を総括し、シンポジウムあるいは報告書等で成果の社会還元をおこなう。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は1896年明治三陸地震津波を踏査した山奈宗真を中心に、遠野市立博物館所蔵の山奈宗真資料の調査撮影や、当時の新聞記事や『山奈宗真略伝』といった周辺資料の情報を含めた分析をおこなった。山奈宗真は、明治維新以降、地域の困窮を打開するための様々な開発事業・教育活動のほか、遠野南部家旧臣としての事業などに従事していた。明治三陸地震津波の被災地踏査において山奈が単なる被災状況の調査ではなく、被災地の経済状況や歴史・文化にまで及ぶ多様な調査を実施したのは、彼自身の経歴が背景になっていたといえよう、一方で、山奈の調査と同時並行で岩手県でも被災地の調査や「授産」事業を進めており、両者の調査目的には乖離が生じていたものと考えられる。
また、本年度は1793年寛政地震津波の新たな歴史情報の収集をおこなった。宮城県石巻市名振浜の永沼家文書は、2011年の津波によって原史料は失われたが、そのデジタルデータの中から、寛政５年地震津波の際の建物被害と、人馬への被害が無かった旨を記した大肝入宛文書が確認された。また、既刊史料集の中で従来の地震史料集に未掲載の記事として、岩手県野田村の「永暦大雑書」、宮城県石巻市「長国寺年代記」、仙台市青葉区（旧宮城町）の「諏訪神社筒粥記」、角田市の「本町無常講記録」、山形県河北町の「大町念仏講」に寛政地震津波の地震動に関する記述が確認された。また、青森県八戸市『遠山日記』の複写本を確認し、従来の史料集における解読の誤りを確認した。
この他、直接的な地震史料の調査ではないが、文化遺産の位置情報と各種災害情報を重ね合わせた文化遺産防災マップの手法を応用し、GIS上で東北地方の個別の文化遺産に対する災害リスクを可視化、データベース化する作業を継続的に進めている。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

今年度は、当初目的としていた岩手県の歴史地震情報の収集として山奈宗真資料を対象に史料撮影と分析を網羅的に実施し、従来は検討される機会の少なかった明治三陸地震津波踏査の周辺資料を対象に含めた分析をおこなった。また寛政地震津波について、岩手県以外の地域からも新たな史料情報を得ることができた。ただし当初予定していた1677年八戸沖地震津波については、史料の残存数が極めて少ない状況もあり、新たな史料情報の発見には至らなかったが、今後とも継続して調査を実施する予定である。また、これらの歴史情報を活用した文理融合的な研究展開についても今後の課題としたい。
GISを活用した文化遺産防災については、これらを可視化した文化遺産防災マップを活用した文化遺産防災訓練を自治体とともに実施し、災害時の文化遺産レスキューへの備えに資することにする。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

蝦名裕一, 2025, 山奈宗真の明治三陸地震における沿岸調査について, 第42回歴史地震研究会豊岡大会, O-27

佐々木淳, 2025, 寛政五年一月七日（1793年２月17日）の地震津波にかかる史料について, 第42回歴史地震研究会豊岡大会, O-28

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和８年度は、主として福島県をフィールドとした歴史地震津波の情報収集と分析を実施する。特に1677年延宝房総沖地震津波をはじめ、1611年の慶長会津地震や慶長奥州地震津波、1793年寛政地震津波などの歴史地震津波について、磐城平藩・会津藩・相馬中村藩などの藩政史料や地域史料を中心に情報収集を実施する予定である。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

蝦名裕一（東北大学災害科学国際研究所）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学災害科学国際研究所
電話：
e-mail：
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/organization/ebina_yuichi.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：蝦名裕一
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和７年度年次報告

課題番号：IRID02

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）津波履歴情報の拡充と震波源の評価

（英文）Expansion of paleotsunami data and assessment of tsunami and seismic sources

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究

(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（4）その他関連する建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題の到達目標は、（１）津波堆積物および侵食地形の現地調査、（２）津波イベントの認定と高精度年代推定、（３）地殻変動履歴の構築、（４）地質・地形データの統合的解釈、（５）数値シミュレーションによる震波源の評価の５つについて、それぞれ手法の高度化を実現し、さらにこれらを結びつけて実践することで信頼性の高い地質情報を得ることにある。この情報をもとに海溝型巨大地震の発生履歴を明らかにし、地震発生の確率論的評価と決定論的評価の高度化に寄与することを目指す。具体的には、上記の５つの手法を千島～日本海溝北部と日本海東縁の各地に展開して地質・地形データの収集・解析を着実に進め、これらの地域における古地震・古津波の履歴情報を拡充し、震波源の時空間分布と多様性を明らかにする。特に、巨大地震の連動あるいは誘発といった観点においては、千島海溝の17世紀の巨大地震と日本海溝北部の1611年慶長奥州地震、両海溝における12～13世紀の地震、日本海溝北部における869年貞観地震と同時代の千島海溝の地震は重要であり、主な対象として調査研究を推進する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

（１）津波堆積物および侵食地形の現地調査

津波氾濫・土砂移動解析で津波堆積物および侵食地形の形成ポテンシャルが高い地域・地点を特定する。既知の津波堆積物の分布も踏まえつつ地下レーダー（GPR）および掘削調査（トレンチ掘削も含む）で古地形および地層を精密に探査し、分析試料を採取する。令和6年度から8年度は北海道の胆振地方および青森県の下北・上北地方、令和9年度と10年度は北海道の日高～根室地方を対象とする。

（２）津波イベントの認定と高精度年代推定

採取試料を対象に、コアスキャンによる堆積構造と元素組成データの取得と、粒度分析・元素（CNS）分析による古環境の推定を行い、津波堆積物の認定を行う。また、放射性炭素（14C）年代測定と火山灰の同定を行い、津波イベントの高精度な編年と広域対比を行う。

（３）地殻変動履歴の検出

採取試料の珪藻分析を行い、珪藻群集の変遷から地震時および地震間の環境変化を検出して、プレート境界地震に関わる長期の地殻変動履歴を明らかにする。これを基に、波源推定や浸水域評価の基礎資料として、地殻変動量データを整備する。

（４）地質・地形データの統合的解釈

実施項目（１）～（３）で得たデータと史料や考古に関する既存資料を収集・統合して古地形・古環境を解釈し、震波源の評価に用いる復元地形の数値標高モデルを整備する。
（５）数値シミュレーションによる震波源の評価
実施項目（４）で整備した復元地形を用いて津波土砂移動数値解析を実施し、津波堆積物を説明できる波源域と滑り量の分布を推定する。解析対象範囲は広域にわたるため、逐次近似最適化手法を適用して現実的な計算量で波源断層パラメータを制約する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本年度は実施計画（１）に関連して，北海道胆振地方・日高地方・十勝地方での調査を行った．また，（２）に関連して，青森県むつ市で採取した既存試料の分析・検討を行った．さらに，（５）の予備的な検討として，津波伝播の数値シミュレーションを実施し，波源推定において重要となる調査地点を検討した．

胆振地方では，むかわ町の鵡川右岸低地において17世紀の波源未確定津波堆積物の分布を把握するための調査を実施した．内陸側の地点を中心に，既存資料ではあいまいだった「津波堆積物を確認できなかった場所」を詳細に検討し，津波堆積物分布範囲の境界付近の状況を明らかにした．さらに，これまでに取得したデータをもとに，数100m程度の大きさのグリッドを用いた可視化方法を検討した．これにより，津波堆積物の分布や未調査領域を分かりやすく把握可能となった．

日高地方では，17世紀の波源未確定津波堆積物の調査可能性を評価するため，5地点で予備調査を実施した．日高町富浜では、17世紀のテフラ・津波堆積物候補の砂層の保存が良好で，今後の調査に適していることを把握した．新ひだか町では，砂層が分布していないか，地層が擾乱を受けているため，調査に適していない可能性があることが判明した．

十勝地方では，浦幌町豊北において17世紀の千島海溝巨大地震による津波堆積物の分布を検討した．既往研究による測線調査では津波堆積物の分布把握が不十分であると考え，グリッドによる調査を実施した．確度の高い分布データを得るため，掘削時に砂層上位に堆積している17世紀のテフラ層が乱されていないことを確認するとともに，位置をわずかに変えた掘削を繰り返し，調査地点の層厚の代表値を評価，分析試料を採取した（図1）．この調査をさらに進めることで，これまで把握されることのなかった、津波堆積物の陸側薄層化・細粒化の平面的な分布を明らかにできると考えられる．

青森県むつ市の既存試料の分析では，粒度分析・X線CTによる堆積構造の検討，蛍光X線分析を行い，地層中に含まれる17世紀のイベント砂層の津波堆積物としての同定を進めた．分析の結果，砂層上位のmud drape，rip-up clastの含有，陸側細粒化傾向といった現世津波堆積物と類似する特徴が認められた．また，年代の追加測定を実施し，約2700年前から17世紀まで地層は連続しており，他のイベント砂層は存在しないことを確認した（図2）．17世紀の砂層は，極めて低頻度のイベントによるものであると考えられる．なお、波源は未確定であり，本課題で今後検討する．

数値シミュレーションでは，海溝型地震および海底活断層による複数の津波シナリオを検討した．千島海溝・日本海溝会合部における海溝型地震の場合に，日高地方において津波高の局所的な変化が顕著となることを把握した．このことから，この地方における津波堆積物分布の場所ごとの違いを把握することで，波源の制約に有用な情報が得られる可能性があることが分かった．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

胆振地方・日高地方・十勝地方で実施した津波堆積物の調査成果は，波源推定における必須の情報であり，この時代における地震発生場の理解・モデル化に資するものである．むつ市の既存試料の分析結果も，この地点における17世紀の津波が数千年に1回の低頻度イベントであったことを示し，千島海溝周辺における地震発生場の理解に貢献するものである．

本研究が明らかにする数百年～数千年スケールでの津波履歴は，地震の長期予測とリスク評価に対する直接の貢献であるとともに，調査研究手法の高度化を通じて災害の軽減に貢献すると考えられる．今後も対象地域における履歴情報の拡充を継続し，数値シミュレーションで震・波源像を明らかにするための研究を推進する．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

高橋慶伍・菅原大助・石澤尭史・西村裕一・髙清水康博，2025，地中レーダーによる沿岸低地の津波堆積物の追跡：北海道胆振地方を例に．日本地球惑星科学連合大会，MIS11-P02.

猪瀬大輝・菅原大助・石澤尭史・増田英敏，2025，青森県むつ市出戸川沿岸低地における古津波堆積物調査と堆積環境の推定．第四紀学会，O-12.

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

（１）引き続き，津波堆積物の現地調査を進め，胆振地方・日高地方・十勝地方での震波源の評価に資する津波堆積物分布と古地形データの拡充を図る．（２）むつ市の津波堆積物の候補については、古地形・古環境を検討し、津波イベントとしての確度を高める．（３）地殻変動履歴の検出については，北海道大樹町を対象に隆起・沈降イベントの検討を進める．（４）（５）地質・地形データの統合的解釈については，これまでに収集したデータから古地形標高モデルを作成する．胆振地方を対象に津波堆積物データを説明できる波源モデルを検討する．

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

菅原　大助（災害科学国際研究所）, 石澤　尭史（災害科学国際研究所）
他機関との共同研究の有無：有
髙清水　康博（新潟大学教育研究院）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学災害科学国際研究所
電話：022-752-2049
e-mail：irides-pr@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/index.html

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：菅原大助
所属：東北大学災害科学国際研究所

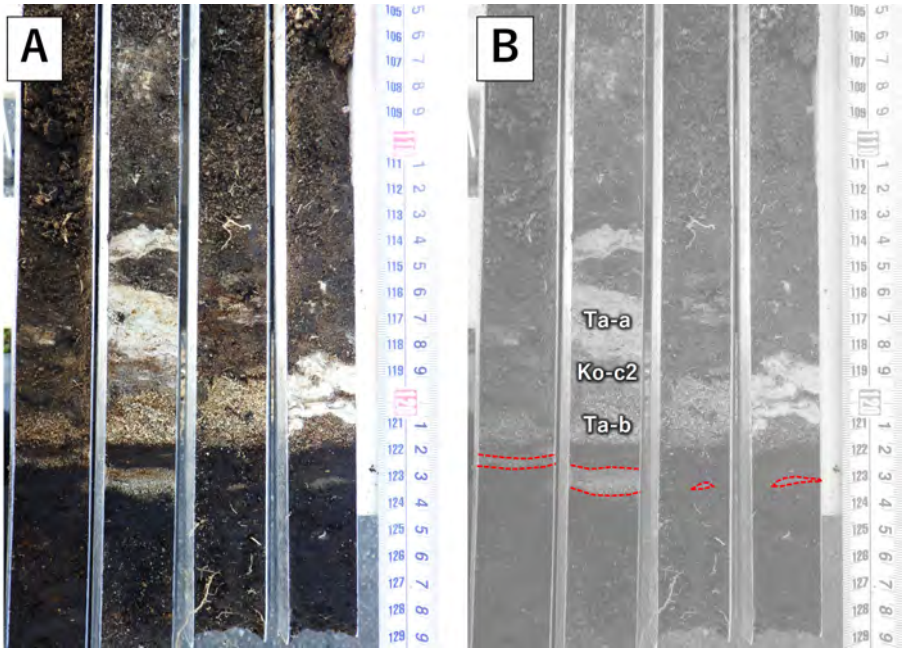


図1 浦幌町豊北で確認した17世紀の津波堆積物
海岸から約1.3kmの地点における(A) コア4本の光学写真，および(B) 解釈結果．赤点線で17世紀津波堆積物と考えられる砂層を示した．同じ場所でわずかに位置を変えた掘削を4回行い，テフラ層（Ta-a,Ko-c2,Ta-b）の保存状況から砂層が擾乱を受けていないことを確認して層厚を評価した．

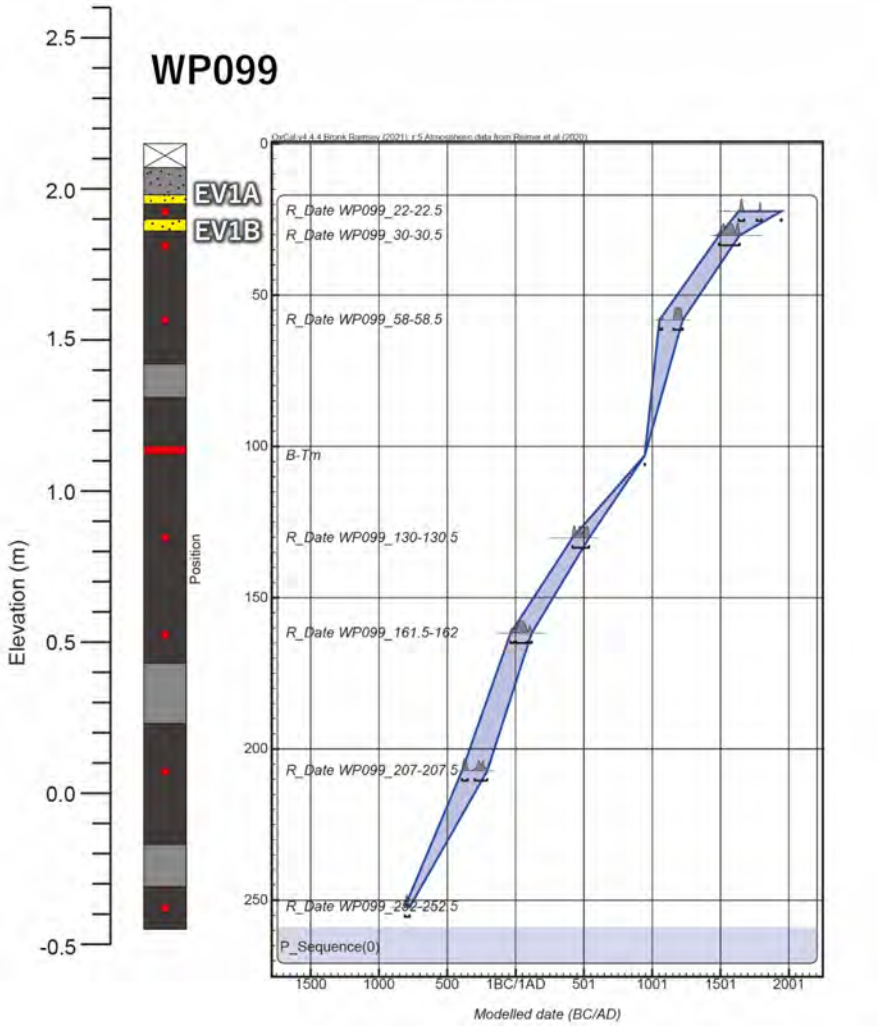


図2 むつ市で採取した地層試料の年代深度モデル
EV1 (A, B)が17世紀の津波堆積物の可能性がある砂層である．砂層直下からコア最下部までの年代値6点およびテフラの年代（B-Tm, AD946）から、堆積速度に大きな変化はなく、地層記録は連続であると考えられる．

令和７年度年次報告

課題番号：IRID03

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）ゆっくりすべりによる大地震発生確率の計算

（英文）Probability calculation of the occurrence of large earthquakes using slow slip events

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

高精度な測地データ（GNSS, 海底地殻変動）の変位時系列や地震活動からゆっくりすべりイベント（SSE）シグナルを半自動的かつ高精度に検出する手法を開発し、SSEが地震に先行して発生する事例と発生しない事例を多数収集する。それらの事例から、SSEの発生後に大地震が発生する確率を統計的経験則として明らかにする。また、SSEが大地震を誘発するメカニズムの検討や、大地震発生予測を念頭においたSSEの即時解析手法の構築も実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究では、まず、測地データとCNNを用いた深層学習手法と、自動的・即時的に地震活動検出を行う解析システムを構築し、両者の組み合わせからSSEを高精度で推定・判定する解析手法を開発する。その手法は、複数の測位技術（陸域観測のGNSS、InSAR、海底観測のGNSS-A、海底圧力計）によって得られるデータすべてに対応し、また、プレート境界と陸域活断層のすべりの両方に適用できる汎用性のあるものを目指す。

解析手法構築後に、事例抽出、抽出事例の解析によるSSEが大地震を誘発するメカニズムの検討、短期的地震発生予測の社会実装を念頭に置いたSSEの即時解析手法の構築を行う。研究対象領域は、プレート境界については複数のSSE-大地震の事例が知られている東北日本の日本海溝沈み込み帯、陸域活断層についてはGNSSによる深部すべりが検出されている中央構造線（四国）などとする。

令和６年度においては、測地データと深層学習を用いたSSE検出手法の開発を行う。地震データについては、自動的・即時的に高精度の微小地震や微動の震源決定を行う解析システムを構築する。令和７年度においては、手法開発を継続するとともに、測地データによる解析と地震データによる解析の統合によるSSE検出の信頼度向上を検討する。また、実データへの試用を通した検出精度のチェックをおこなう。令和８年度においては、検出手法について、即時的・逐次的なものに改良する。また、事例抽出に着手する。令和９年度においては、事例抽出を継続する。また、SSE事例のうち後発の地

震の有無ごとに事例を整理し、SSEが発生した後の地震発生確率についての試算を行う。さらに、抽出された事例をもとに、SSEによる大地震の誘発機構について検討する。令和１０年度においては、これまでの結果を総合し、SSEが大地震を誘発する確率評価を行う。また、SSEによる大地震の誘発機構についても成果をまとめる。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

南海トラフ沈み込み帯で起こるゆっくりすべり（SSE）について、GNSS変位データと深層学習を用いた検出手法の確立と実データへの適用を行なった。具体的には、試作版の評価によるデータ学習方法の調整等を行なった上で、開発した手法を用いて得られた1996～2023年の検出イベントについて、微動との同期性、観測ノイズ、空間分布の妥当性等に基づき信頼度を段階評価した。繰り返し地震や微小地震を用いたゆっくりすべり検出に関しては、S-netと機械学習により海域の地震検出・震源決定を行い、波形相関で選択した繰り返し地震がプレート境界モデル上に配列することを確認した。さらに日本海溝三陸沖の2025年11月M6.9を含む地震活動で高精度震源再決定と繰り返し地震検出を行い、活動前後の非地震性すべりを抽出した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

深層学習を用いたSSE検出手法の基盤は確立され、解析結果の頑健性も十分に確保されつつある。今後は、GNSS以外の多様な観測データの統合や、SSEと地震発生の相関解析を計画通り進めることで、SSEの活動推移に基づいた地震予測の高度化に資する知見の獲得に貢献することが期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Yoshida, K. and Ide, S., 2025, Highly Systematic Response of Seismic Rupture Patterns to Background Loading Rate: Insights From Repeating Earthquakes, Geophys. Res. Lett., 52, e2025GL115207, https://doi.org/10.1029/2025GL115207, 査読有, 謝辞有

Suzuki, R., N. Uchida, W. Zhu, G. C. Beroza, T. Nakayama, K. Yoshida, G. Toyokuni, R. Takagi, R. Azuma and A. Hasegawa, 2025, The forearc seismic belt: A fluid pathway constraining down-dip megathrust earthquake rupture. Science, 389,190-194(2025). DOI:10.1126/science.adt6389, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

吉田 圭佑, Huang Yihe, 井出 哲, 2025, 2021年宮城沖Mw7.0地震：Mw3.7繰り返し地震からの破壊拡大, 日本地震学会2025年度秋季大会

Keisuke Yoshida, Satoshi Ide, 2025, Systematic Seismic Rupture Responses to Background Loading: Insights from Repeating Earthquakes, IAGA/IASPEI 2025 Joint Scientific Meeting

中川 亮, 福島 洋, 加納 将行, 矢野 恵佑, 田中 優介, 岡田 悠太郎, 平原 和朗, 2025, 深層学習とGNSSを用いた断層すべり検出手法開発と四国西部における適用, 日本地球惑星科学連合2025年大会

Yo Fukushima, Ryo Nakagawa, Masayuki Kano, Keisuke Yano, Yusuke Takana, Yutaro Okada, Kazuro Hirahara, 2025, Time-Series Estimation of Fault Slip from GNSS Data using Deep Learning: Application to the Nankai Subduction Zone, 20TH APRU Multi-Hazards Symposium and Conference

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：ソフトウエア開発（解析）

概要：WIN／WIN32形式の波形ファイルおよび読み取り値から、PhaseNet（Zhu and Beroza, 2019）

の予測および学習用データを作成するためのプログラム
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況： https://github.com/rintr-suzuki/WIN2PhaseNet

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は、前年度に開発したGNSSと深層学習によるSSE検出手法の検証と拡張に取り組む。具体的には、解析対象領域を日向灘地域や日本海溝の他領域へと広げることを検討し、課題の抽出と手法の改良を行う。併せて、これら両地域において海底地震観測網を用いた震源再決定と繰り返し地震検出を実施し、プレート境界における非地震性すべりの時空間発展を精密に推定する。これらの結果をGNSSデータの解析結果と比較・統合することで、SSE事例の抽出に着手し、次年度以降の確率評価に向けた基盤を構築する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

福島洋（東北大学災害科学国際研究所）, 富田史章（東北大学災害科学国際研究所）, 岡田悠太郎（東北大学災害科学国際研究所）
他機関との共同研究の有無：有
日野亮太（東北大学大学院理学研究科）, 太田雄策（東北大学大学院理学研究科）, 吉田圭佑（東北大学大学院理学研究科）, 内田直希（東京大学地震研究所）, 加納将行（京都大学防災研究所）, 矢野恵佑（統計数理研究所）, 飯沼卓史（海洋研究開発機構）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学災害科学国際研究所
電話：
e-mail：
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：福島洋
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和７年度年次報告

課題番号：IRID04

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）防災における非合理的な認知・意思決定と行動変容の心理・脳基盤理解
（英文）Understanding the Psychological and Brain Basis of Irrational Cognitive and Decision-Making Processes and Behavioral Change in Disaster Prevention

（3）関連の深い建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（4）その他関連する建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震・火山現象に関する自然科学的理解を共有しても、必ずしも市民の防災行動に結びつかない。このギャップを説明する人間の自然・社会認識と行動意思決定・制御プロセスについて、本研究では以下２つの重要なトピックを扱い、災害事例分析に基づいた実験系開発によって、それぞれ認知・脳メカニズムのレベルで理解することを目指す。

(1) 防災行動変容の２経路モデルの脳実証

科学的理解と実際の行動実践のギャップに関する心理・認知脳科学的研究は、健康教育（禁煙や反薬物、生活習慣病対策）の分野で、特に米国で先行している。その近年の成果では、向健康行動（例：禁煙・反薬物）の実践動機は、その問題（喫煙・薬物の有害性）の自己関連性（自分事である）と向健康行動の自己効力感（自分で実践できる）の２つの主要因に依存すると考える「２経路モデル」が有力である。本研究では、防災における人間の行動変容に、この２経路モデルを援用する可能性を検討する。すなわち、防災教育動画の効果が、防災の問題の自己関連性（自分事である）とそれに対する対策の自己効力感（自分で実践できる）の統合によって行動変容を促す可能性について、行動・脳計測実験で検証する。

(2) 非合理的な認知・意思決定過程の概念モデル化

人が災害リスクを非合理的に低く見積もり、適切な対応行動を行わない傾向は、「正常性バイアス」の名で社会一般でも認識され、多くの災害事例で指摘される。一方で、適切な避難意思決定も、必ずしも合理的・熟慮的な思考プロセスに基づいたものとは限らず、「なんとなくヤバイと思った」と言った振り返りもよく耳にする。このような非合理・直感的な認知・意思決定過程について、学術的な概念化・理論化は実質的にほとんどなされていない。実際のところ、我々の生きる世界は災害のみならず多種多様なリスクに満ち溢れており、そのすべてに合理的・熟慮的に対応することは現実的でなく、日々の人生でリスクを取ることが適切な場面も少なくない。災害情報に対する一般市民の認知・意思決定過程の適切性を議論するためには、メンタルヘルスや個人の生活史を含めた全人的視野で、認知・意思決定過程を理解する必要がある。本研究では、特にバイアスや防衛機制といった無意識的過程を重視し、災害における「適切」な認知・意思決定について、実際の災害事例分析と実験系での行動・脳計測知見に基づき、５年間でその考え方の枠組みを提示する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

(1) 防災行動変容の２経路モデルの脳実証

令和６年度においては、第２次の研究で得られた行動・脳実験計測データの追加分析により、防災教育動画の効果が行動変容をもたらす脳過程を解明する。令和７年度においては、防災の自己関連性と自己効力感を独立に操作する防災動画教育介入課題を開発し、各介入の効果について脳過程を解明する。令和８～９年度においては、防災行動変容の２経路モデルの妥当性を数理モデルで実証し、防災教育デザインへの活用方法を提案する。

(2) 非合理的な認知・意思決定過程の概念モデル化

令和６～７年度にわたり、災害における「適切」な認知・意思決定について、実際の災害事例分析により、バイアスや防衛機制といった無意識的過程との関係を検討する。その中から防災教育の対象となりうる認知過程を絞り、令和８年度に行動・脳計測実験をデザインする。令和９年度に当該実験を実施し、データ解析を行う。令和１０年度にデータ解析結果を(1)と統合し、防災における非合理的な認知・意思決定過程の概念モデルを提示する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は、計画通り「(1) 防災行動変容の２経路モデルの脳実証」の目的で、防災の自己関連性と自己効力感を独立に操作する防災動画教育介入課題を開発し、各介入の効果について脳過程の解明を行った。並行して「(2) 非合理的な認知・意思決定過程の概念モデル化」のために、災害における「適切」な認知・意思決定について、実際の災害事例分析結果と合わせ、多様な認知・意思決定過程の関与の可能性を検討した。

(1) 防災動画教育介入における２要因の効果に関する脳過程の解明

津波防災教育において「災害メカニズムの説明」と「避難行動の指示」はそれぞれ防災の自己関連性と避難行動の自己効力感を向上させると期待される。各メッセージを伝える動画を組み合わせることで、行動意図および脳内情報処理にどのような影響を及ぼすかを、行動指標と代表的な脳計測実験系であるfMRIを用いて検討した。健常大学生被験者62名をメカニズム説明(Mech)群(n=16)、避難指示[Evac]群(n=15)、両者を組み合わせた[Comb]群(n=16)、対照[Cont]群(n=15)の4群に割り付けた（図１AB）。fMRI計測中に各群に対応した動画（25–62秒）を視聴し、その前後で地震津波場面を想定した避難意思決定課題（40シナリオ；図１C）を実施した。避難意思決定課題の動画視聴前後行動変化比較（分析対象n=45）の結果、Evac群でCont群に比べ有意に避難意図上昇が大きかったが、Comb群でMech群やEvac群と比較して避難意図上昇に優位差はなく、両メッセージの併用による追加的効果は認められなかった。また、fMRI脳活動データ解析(n=60)では、避難指示動画[Te(Tg)]視聴時に、Evac群で後帯状皮質（PCC）、上側頭回、舌状回など（図２A）が賦活したが、Comb群ではこれらの活動がEvac群より低下していた（図２B）。特にPCCの活動は動画視聴前後の避難意図の増加と正に相関していた（図２C）。これらの結果から、災害メカニズム説明と避難指示の両メッセージ同時提示は、避難指示メッセージ単独提示と比べ自己関連性処理を弱め、教育効果を低下させる可能性が示唆された。

(2) 実際の災害事例分析結果に基づいた関連認知過程の検討

2011年の東日本大震災で抽出された、災害適応的心理行動特性「災害を生きる力」の８因子のうち、発災時の感情反応を統制したのちに適切な避難行動に貢献していたのは「能動的健康」と「リーダーシップ」の２つであった。現有fMRIデータの追加分析により、前者の得点と脳活動との正相関が、困難な課題（日本人被験者による高難易度英会話課題）に対する自己参照脳反応との間で見出された。また、後者の得点と脳活動の負相関が、死関連思考に対する空間処理関連脳反応との間で見出された。これらの知見から、防災リテラシー向上や災害における「適切」な認知・意思決定に、自己参照や空間処理過程が関与している可能性が示された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、地震・火山現象に関する自然科学的理解と、市民の防災行動を媒介、あるいはそれを阻害する、人間の自然・社会認識と行動意思決定・制御プロセスを明らかにすることで、「4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究–(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究」への貢献も含め「災害の軽減」への貢献を目指す。今年度の「(1) 防災行動変容の２経路モデルの脳実証」成果に関しては、伝える情報量の絞り込みが社会の共通理解醸成に重要であるこ

とを示唆しているかもしれない。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Chen, Y., Takahashi, K., Tanabe-Ishibashi, A., Miura, N., & Sugiura, M. (2026). Neural Evaluation of Educational Videos: Potential Disadvantage of Combining Hazard-Mechanism Explanation and Evacuation Instruction Messages. Journal of Disaster Research, 21(1), 33-45. doi: 10.20965/jdr.2026.p0033, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Motoaki Sugiura, Masato Takubo, Ryo Ishibashi, Naoki Miura, Azumi Tanabe-Ishibashi Neural correlates of disaster awareness and educational effects during watching disaster prevention videos Japan Geoscience Union Meeting 2025

田久保将人, 石橋遼, 三浦直樹, 田邊亜澄, 杉浦元亮．津波避難を躊躇するヒトの心理過程と神経基盤：fMRI研究 日本心理学会第89回大会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

「(1) 防災行動変容の２経路モデルの脳実証」は今年度の研究成果で２経路モデルが支持されなかったこと、また「災害メカニズムの説明」と「避難行動の指示」のうち後者のみに効果が示されたことから、後者に関する認知プロセスと教育改善の手法開発に照準を絞る。また(2) 非合理的な認知・意思決定過程の概念モデル化」のために、今年度までの成果から防災教育の対象となりうる認知過程を絞り、行動・脳計測実験をデザインする。昨年度の知見に基づく「感情制御」の対象感情と制御の本質の解明、今年度の知見に基づき防災リテラシー涵養の背景にあると期待される「能動的健康」基盤心理プロセスの誘発過程解明、地理的空間認識と防災リテラシーの関係などが候補である。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

杉浦 元亮（災害人文社会研究部門）
他機関との共同研究の有無：有
三浦 直樹（東北工業大学）, 田邊 亜澄（東北大学 応用認知神経科学センター）, 岡本 悠子（東北大学 応用認知神経科学センター）, 榊 浩平（東北大学 応用認知神経科学センター）, 竹本 あゆみ（東北大学 加齢医学研究所）, 鄭 嫣婷（東北大学 国際文化研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：災害人文社会研究部門
電話：
e-mail：zisin-yoti@irides.tohoku.ac.jp
URL：https://hubs.idac.tohoku.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：杉浦元亮
所属：災害科学国際研究所 認知科学研究分野



図１：防災動画教育介入における２要因の組み合わせ効果検証実験
A 津波メカニズムの説明(Tm)と避難行動の指示(Te)動画及びその対照動画(Cm, Ce)．B 被験者をメカニズム説明(Mech)群、避難指示[Evac]群、両者を組み合わせた[Comb]群、対照[Cont]群に割り付け．C 地震津波場面を想定した避難意思決定課題の例

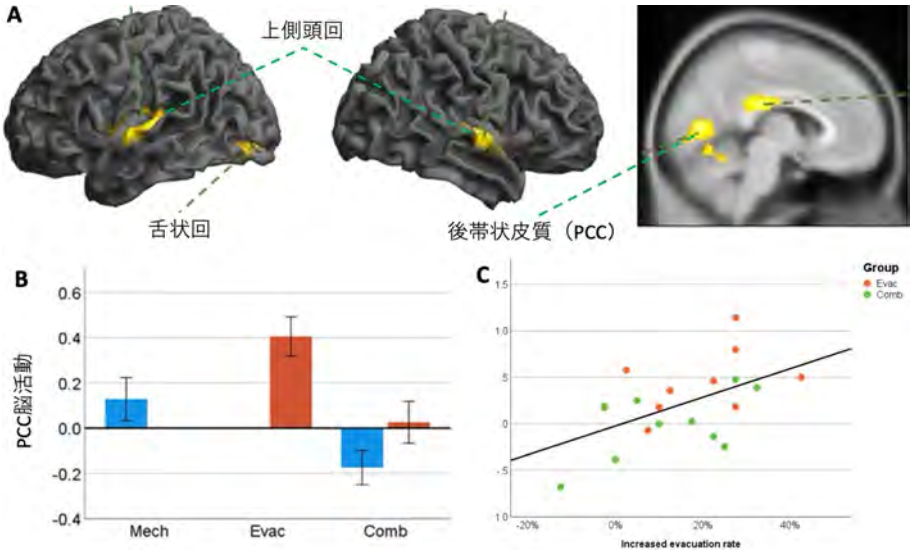


図２：避難指示動画視聴時の脳活動
A 避難指示動画視聴時に、Evac群で賦活しComb群でそれが低下した能領域．B 後帯状皮質における脳活動パターン．C 後帯状皮質における脳活動と動画視聴前後の避難意図の増加との関係

令和７年度年次報告

課題番号：IRID05

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ地震のリスクに対する住民の行動変容促進のための方法論の研究
（英文）Methodological development on promoting behavioral changes of citizens against the risks of the Nankai Trough earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究課題では、「行動変容」と「介入」いうキーワードに着目し、行動変容のための理論や実践・実績の積み重ねがあるヘルスコミュニケーション学と対比させ、これまでの防災コミュニケーションの取り組みを体系的に整理したうえで、これまでなかなか減らすことができなかった地震津波リスクを抜本的に減らすための方法論の確立を目的とする。ここで、本研究課題においては、地震による揺れと津波に関し「被災を防ぐ・減らすための方法を理解」したうえで、「実際に対策行動を取った」（耐震化や家具転倒対策等）または「実際に対策行動を取る能力を獲得し、揺れや津波襲来時に適切な対策行動を取る可能性が高い」状態を行動変容が達成された状態と定義する。南海トラフ地震を主対象とするが、国内他地域との比較を通じてより実効的な方法論の検討を行う。また、計画の全体趣旨を考慮し、科学的知識（ハザードマップ、地震の発生確率等の情報）が行動変容に寄与する度合いについても明らかにする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

５か年において、１）研究設計・行動変容のための介入方法の探索、２）介入の試行、３）介入の有効性の評価を実施する。研究対象地域は、静岡県と高知県を中心とする。介入試行の方法としては、人口規模や地理的条件等が類似する近隣にあるふたつの自治体を選定し、それぞれに異なる種類の介入を順番を入れ替えて行うことにより、介入群と対照群のデータを収集しその統計的差異等を比較する。各年度の実施計画は以下の通りである。

令和６年度においては、行動変動を阻害する要因の調査（既存の研究成果のリサーチと、住民への半構造化インタビュー調査）、防災と健康に関する既往の行動変容促進手法の整理と対比、保健師・防災士・民生委員等の「介入者」による地域コミュニティレベルあるいは個人レベルでの介入の可能性やその方法の探索を行う。

令和７年度においては、インタビュー調査と介入方法の探索を引き続き実施するとともに、行動変容の阻害要因と促進要因を洗い出し、行動変容に資する介入方法を決定する。令和７年度～８年度にかけて、建物の耐震化率や避難場所を知っている割合などの地震防災準備度指標を確定のうえ、これに関する調査を実施したあと、介入を実施する。その後再度、指標に関する調査を行う。なお、令和

７年度からは、メンバーを追加して研究を加速させる。
令和９年度～１０年度においては、得られたデータの分析を行い、各指標の変化をもとに、介入による効果に関する知見をまとめる。また、追加での介入試行と指標調査も検討する。成果を論文としてまとめるとともに、協力自治体での報告会を行い、今後の展開についての示唆を得るとともに、研究成果の地域への還元と国内外の情報発信を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

主として地震に対する耐震化・家具等の安全対策に関し、既往の行動変容促進手法の整理を進めた。介入方法探索については、静岡県富士市と連携し、「お母さんお父さん教室」や母子健康手帳アプリを活用した家具類地震対策の介入を行うこととし、試行を開始した。地震防災準備度指標についても設定し、母子健康手帳アプリを活用した介入前後の調査を行うこととした。また、全国の妊婦・乳幼児世帯を対象としたインターネット介入調査を実施し、リーフレット提示による意識変容の効果を測定した。静岡県と共同で津波ハイリスクエリア住民を対象とした早期避難啓発リーフレットを開発したほか、同リーフレットを活用した自治体での介入準備を進めた。保健師等の保健福祉職と連携した防災行動変容に関する新たな介入手法開発に関して、日本公衆衛生学会における企画セッションや勉強会等を通じて検討を行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

南海トラフ地震のリスクに対し、ヘルスコミュニケーションの知見を応用した科学的根拠に基づく介入モデルを構築した。特に、対象を絞った具体的アプローチにより、従来の啓発では届かなかった層への行動変容を促す道筋をつけた。本研究成果は、情報提供から実効的な「行動」への転換を目指す防災コミュニケーションの実践例として位置づけられる。今後は静岡県富士市等で得られる知見を他地域へ横展開し、行動変容のエビデンスの蓄積と方法論の確立・拡張を目指す。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kuriyama, S., 2025, How changes in behaviour can save lives in disasters, Nature, Vol. 644, 581, DOI: 10.1038/d41586-025-02613-8., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Fukushima, Y.; Kuriyama, S.; Sato, T.; Sato, S.; Gerster, J.; Orui, M.; Fujimoto, S.; Ojima, T.; Kosugi, M.; Iwamoto, M.; Tomine, Y., 2025, From Awareness to Action: Applying Health Communication to Disaster Preparedness and Mitigation, American Geophysical Union 2025 Annual Meeting, SY23D-0611.

福島 洋・栗山 進一・佐藤 健・佐藤 翔輔・ゲルスタ ユリア・大類 真嗣・藤本 慎也・尾島 俊之・小杉 素子・岩本 萌・遠峰 良美・北村 美和子, 2025, 防災コミュニケーションによる行動変容：既往研究レビューと介入手法の探索, 第44回日本自然災害学会学術講演会, C-8-2.

小杉 素子・福島 洋・栗山 進一・佐藤 健・佐藤 翔輔・ゲルスタ ユリア・大類 真嗣・北村 美和子・藤本 慎也・尾島 俊之・岩本 萌・遠峰 良美, 2025, 防災コミュニケーション学の取組み, 日本リスク学会第38回年次大会

大類 真嗣, 2025, 住民の行動変容を促進させるための社会的介入の一案, 第84回日本公衆衛生学会総会（シンポジウム1「巨大災害の根本的問題へ公衆衛生の力で挑戦する―直接死を防ぐ災害一次予防―」）

小杉 素子, 2025, 住民の防災行動変容を後押しするためのコミュニケーションとは, 第84回日本公衆衛生学会総会（シンポジウム1「巨大災害の根本的問題へ公衆衛生の力で挑戦する―直接死を防ぐ災害

一次予防―」）

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

静岡県富士市において、家具類地震対策の介入試行を継続し、有効性評価を実施する。同県において、津波避難啓発リーフレットを活用した介入試行も実施する。また、他県との連携も構築し、静岡県で先行して実施している介入モデルに基づき試行を行う。横展開のために、標準化された資材パッケージや実施マニュアルの整備も進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

福島 洋（東北大学災害科学国際研究所）, 栗山 進一（東北大学災害科学国際研究所）, 佐藤 健（東北大学災害科学国際研究所）, ゲルスタ ユリア（東北大学災害科学国際研究所）, 佐藤 翔輔（東北大学災害科学国際研究所）, 大類 真嗣（東北大学災害科学国際研究所）

他機関との共同研究の有無：有

森田 果（東北大学大学院法学研究科）, 岩本 萌（東北大学大学院医学系研究科）, 尾島 俊之（浜松医科大学医学部）, 小杉 素子（静岡大学学術院工学領域）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学災害科学国際研究所
電話：
e-mail：
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：福島洋
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和７年度年次報告

課題番号：IRID06

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海洋物理モデルと連携したウェーブグライダーを用いたGNSS-A観測の高度化
（英文）Development of GNSS-A survey using a waveglider with oceanographic model

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（5）本課題の５か年の到達目標：

海洋研究開発機構と東北大学は、無人海上プラットフォームであるWGによる観測システムを開発・実用化して実観測に導入した。今後、より効果的な観測のため、海流による航行性能の低下や音響測距用の基準音速プロファイル計測ができないなどの、船舶観測に対するWGの短所を克服する必要がある。一方で、WGの長所を活かした長期連続観測や災害時の機動観測でのリアルタイムデータ取得などの、次世代観測が可能な技術開発も望まれる。本研究では、海洋物理モデルと連携し、海流の変動を予測した観測実施計画の動的最適化および海中音速構造の正確な推定による測位精度向上に加え、WG上での即時解析によるリアルタイムデータ取得を実現し、災害時にも役に立つシステムへと発展させることを目標とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題では、上記の目的を達成するため以下の(a)～(d)の研究を実施する。また、海洋モデルとの比較のための海中音速データの取得や、実証のためのWGおよび船舶によるGNSS-A観測は、北海道大学、東北大学理学研究科、東京海洋大学、東京大学地震研究所の課題とも連携し、観測で得られた成果を共有する。実証試験は千島海溝から日本海溝にかけて実施する。

(a)海洋研究開発機構が運用しているJCOPE2Mなどの海洋再解析モデルを利用し、基準音速プロファイルのほか海中音速場の空間不均質の先見情報を与えた解析方法を確立する。(b)WG上でのリアルタイム解析＆データ伝送を完成させるため、走時検出を行う音響波形処理を完全自動化する。(c)逐次更新のリアルタイム解析結果と海流予報を把握した上で、移動観測の長さや測線などを動的に最適化できるようにする。(d)理論と実証観測から、船舶とWGの同時観測などの新たな観測形態について、検討を続ける。

【令和6-7年度】：海洋再解析モデルについて、過去のGNSS-A観測データで推定した音速場と比較し、その分解能と、時間・空間位置の確度について特徴を把握する。また、観測航海の回航時を利用しXCTD等による側線に沿った音速プロファイルを得て、モデルとの乖離具合を把握する。過去の海流

の履歴をモデルから抽出し、WGによる観測が困難な状況の発生場所・頻度に関する基礎情報を得る。音響波形処理の完全自動化のアルゴリズムを開発し、後処理解析に取り入れて性能を評価する。観測精度を上げる観測形態を考案し、主に理論により実効性を検討する。

【令和8-9年度】：海洋再解析モデルを海中音速構造の先見情報として組み入れた測位解析アルゴリズムを開発し、精度の改善度合いを確認する。XCTD等による側線に沿った音速プロファイル取得を多くの海域で継続する。音響波形処理アルゴリズムをWGのCPUで処理可能なまでにカスタマイズし実装する。WGの観測時のPPP-RTKの利用も視野に入れ、リアルタイムの地殻変動データの取得を実証する。船舶との同時観測の機会を利用し、様々な観測形態を試しつつ多様な観測手法を実証していく。

【令和10年度】：先見情報を入れた解析を過去にまで遡って実施し、これまでの地殻変動の推定値をアップデートし、キャンペーン観測ごとのばらつきが低減するか確認する。その結果を反映し、プレート境界の挙動、特に時間変化現象の解明に役立てる。海流予報とリアルタイム観測値から動的に観測形態を変える運用を実施しノウハウをまとめる他、災害時の即時観測の実効性を評価する。

(7) 令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2025年6月に本年度のウェーブグライダー（WG）による観測を開始したが、最初の観測点である房総沖のG27での観測を終了し北上中に、進行方向を制御するラダーが機能しなくなり、WGが漂流する事態となった。通信は確保できていたので漂流中も位置の追跡は可能であったが、黒潮続流に乗り東経155度付近まで流された（図１）。８月に臨時回収する航海の機会を得、無事に回収した。年度末現在、故障を直したWGを実海域で動作確認中である。

上述の通り、WGが漂流する事態となったが、G27一箇所では観測が実施できた（図２）。前年度からのスラーヤ衛星通信サービスの停止に伴い、通信量に大幅な制限があるイリジウム通信でのデータ伝送のために、必要データのみを最大限圧縮して送信できるよう、オンボードでのデータ処理アルゴリズムを最適化し、正常に動作することを確認できた。一方で、オンボードでの走時の自動検出波形処理のアルゴリズムの開発は完成に至らず、次年度に持ち越した。

音響波形の改善のため、最適な搬送波変調方法を選択できる、より周波数帯域の広いトランスデューサと音響船上装置に差し替える作業を行った。

GNSS-A音響観測精度に影響する海中音速場の把握に関し、今年度は過去のXBTによる実測データと数値シミュレーションによる予測とを組み合わせ、短波長の水平不均質の実態解明を始めた。観測中のXBTの定点での集中連続観測により、内部重力波の時定数は把握できていたが、波線および走時計算に必要なその波長の把握ができていなかった。上記数値シミュレーションにより、典型的な波長が数km程度であり（図３）、波線計算において単純な空間勾配での近似では表現が難しいことを指摘した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

GNSS-A観測による広域の海底地殻変動観測を定常的に将来にわたって継続させるため、観測の自動化・リアルタイム化・高精度化に資する進展があった。

準基盤的な観測の継続を通し、地震の長期発生リスク評価、および発災後の迅速なリアルタイム観測を目指す。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

一戸麗希・木戸元之, 2025, GNSS-A観測で見られる時定数の短い海中音速場変化と内部重力波, 日本測地学会144 回講演会 10月29日

一戸麗希・木戸元之, 2025, GNSS-A観測で見られる時定数の短い海中音速場変化と内部重力波, 日本地球惑星科学連合2025年大会 5月28日

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

今年度積み残した、複数の返信波形が重合した場合の分離アルゴリズムを含む、走時の自動読み取りアルゴリズムの完成。
広帯域音響トランスデューサ導入に伴う、搬送波変調方式の最適化による相関波形の改善。
実測での内部重力波の継続観測と音響測距への影響のシミュレーション及び実測に基づく定量評価。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）, 富田史章（東北大学災害科学国際研究所）, Chi-Hsien Tang（東北大学災害科学国際研究所）
他機関との共同研究の有無：有
太田雄策（東北大学大学院理学研究科）, 飯沼卓史（海洋研究開発機構）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学災害科学国際研究所
電話：
e-mail：zisin-yoti@irides.tohoku.ac.jp
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：木戸元之
所属：東北大学災害科学国際研究所

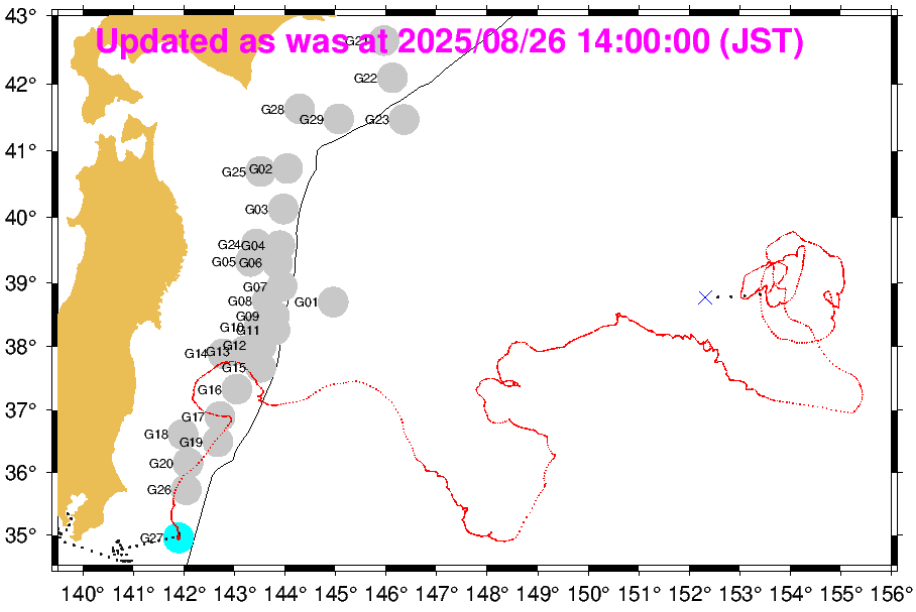


図１：WGの航跡（2025年6月16日～8月26日）
最初のG27観測後、ほぼ当時の黒潮続流の流れに沿って漂流した。最後に中規模渦にトラップされ、東経155度付近に留まった。

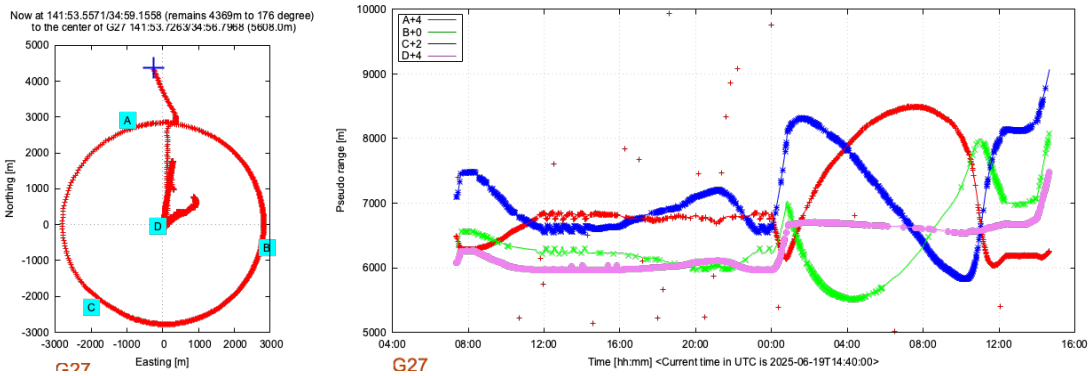


図２：G27の観測の進捗
定点観測中に北に流されそうになる時間もあったが、その後円周観測まで実施できた。

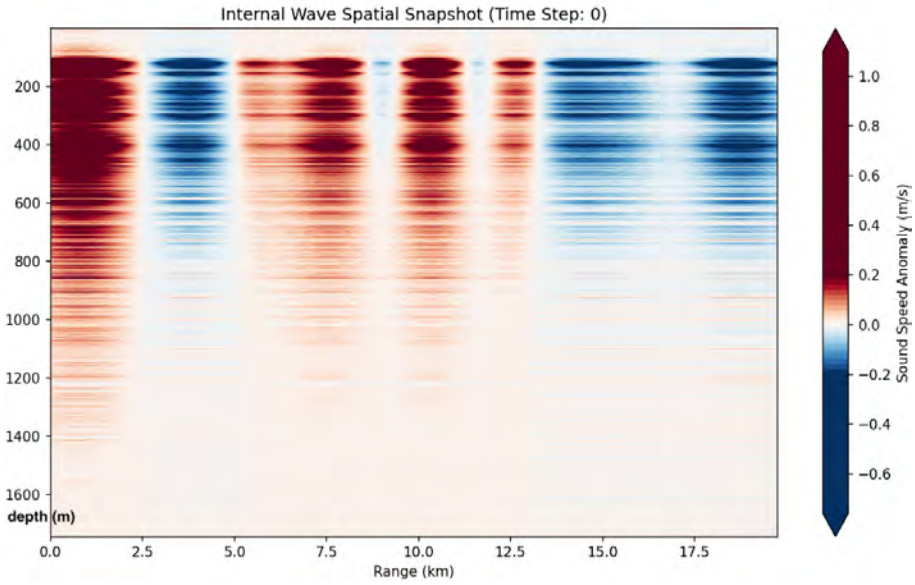


図３：実測温度・塩分プロファイルから予想されるモード１の内部重力波
実測した温度・塩分プロファイルを入力とした典型的に存在し得る内部重力波の空間分布（モード１のみ）。
波長数kmの波が卓越する。

令和７年度年次報告

課題番号：JAMS01

（1）実施機関名：

海洋研究開発機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海域火山観測研究
（英文）Research for submarine volcano

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

（5）本課題の５か年の到達目標：

（国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期目標より抜粋）
III　１．（３）海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発
我が国の周辺海域においては、南海トラフ地震や海底カルデラ等、大規模災害をもたらす地震・火山活動が活発であり、防災・減災対策の更なる強化が求められている。そのための具体的な検討を進めるには、海底下で進行する地震・火山活動の実態把握及び長期評価が欠かせないものの、現在は観測データも十分に揃っていない状況にあり、観測体制の構築と、データの取得・解析を通じたメカニズムの理解等の科学的知見の充実が課題となっている。このため、機構は、地震発生メカニズムの理解、プレート固着の現状把握と推移予測及び海域火山活動の予測研究に資するデータと知見を蓄積し、地震調査研究推進本部、気象庁、防災科学技術研究所、大学等の関係機関に情報提供することで、地震発生帯の現状把握・長期評価及び火山活動評価に貢献する。これを実現するために、大学や防災科学技術研究所等の関係機関と連携して、南海トラフ地震の想定震源域等を中心とした、広域かつ精緻なデータを連続的にリアルタイムで取得する海底地殻変動観測網の整備・高度化を進めるとともに、高精度の海底地下構造調査、海底堆積物・海底下岩石試料の採取・分析を実施する。これにより得られたデータと既存のデータの統合・解析を行うことで、地震発生帯モデル及びプレート固着状態に関する推移予測手法の高度化を行う。また、海域火山に係る先進的な観測手段を確立し、海域火山周辺において火山活動の現状把握を行うとともに、地球内部構造や熱・物質循環機構等の解析を進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期計画に基づき下記の事項について実施する。

海底火山の噴火は、突発的かつ大規模な災害をもたらし、また地球環境への影響が非常に大きい。これら火山災害の発生予測や地球環境への影響評価を行うためには、その原因となる熱、マグマ、流体の発生と輸送現象、噴火履歴や噴火推移､更にそれらの準備過程に当たる地球内部活動を理解することが重要である。そこで、本課題では、国際深海科学掘削計画（IODP）の下で地球深部探査船「ちきゅう」 等を用いた海洋掘削を推進し、海底火山活動の観測、調査、地質試料の採取分析によって活動履歴、過去の噴火様式等の現状を把握する。また、得られたデータや知 見を用いて地球内部構造や物質の収支等を推定し、火山活動を支配する地球内部 流体やエネルギーの循環機構、マグマ供給の仕組み等を、単体の火山からグローバルな規模まで解明する。

具体的には(1)無人自動観測システムと海底観測機器を組み合わせた海域火山観測システム の開発 (2)我が国大規模のカルデラ等を対象とした構造探査、火山体の海底調査、岩石試料の採取 (3)火山活動の現状把握とマグマや流体の生成から噴火に至る過程及び様式の理解に基づいて得られる海底火山活動の予測に資するデータ及び知見の国及び大学等研究機関への提供等をおこなう。
これらの進捗状況を踏まえ(1)伊豆・小笠原弧等の海底火山における海域火山観測システムを用いた火山活動の現状把握(2)継続的な各種調査・観測の実施、試料の採取及び分析により蓄積された知見を活用した、国内外の火山の中長期活動や噴火過程の比較検証 (3)「ちきゅう」等を用いた火山体深部や海洋地殻の実態と形成過程の解明を目指した海洋掘削を可能とするためのデータ及び研究成果の創出等に取り組む。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題の計画に沿って、鬼界カルデラに関して現在の状況と過去の火山活動履歴の調査を実施した。海域調査として、カルデラ周辺に設置した海底地震計により得られたデータを用いて地震波トモグラフィーを行った結果、火山下の深さ約150kmまでの地殻、マントル構造が明らかとなった。特に、沈み込むスラブの直上のマントルと、火山直下深度30kmまでの地殻の中に二層の低速度域が存在することが判明した。

海底火山下の地震活動をモニタリングするために、海底光ファイバーを用いた分散型音響計測（DAS）の技術開発を行い、鬼界カルデラの地震活動モニタリングに適用した。九州本土と薩摩硫黄島、竹島を結ぶ既存の海底ケーブルを利用し、約４か月の間に得られたデータを解析した。その結果、薩摩硫黄島とカルデラ中央に位置する海底溶岩ドームの下で、深度15kmまでの範囲でA型地震が起きていることが判明した。このように、DASが海底火山のモニタリングに有効であることを実証した。

上述の海底溶岩ドームは7,300年前のカルデラ形成噴火の後にできたと考えられてきたが、具体的な形成年代については不明であった。溶岩ドームから採取された岩石中の水の拡散を利用して、その噴出年代を推定した。その結果、ほとんどの岩石は約1,000年の年代を示した。カルデラ形成噴火の年代に比べても、ごく最近に海底において溶岩ドームの成長があったことが判明した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「火山活動・噴火機構の解明とモデル化」の項目に対して、鬼界カルデラ、福徳岡ノ場、西之島、孀婦海山等の海域火山を対象として、観測システム開発、構造探査、岩石・地質調査に基づく研究を進展させている。海底火山活動の過去の履歴と現状把握を通じて、マグマ発生から噴火に至る過程を明らかにし、火山活動の推移やハザードの予測に資する知見の提供を行っていく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kuwatani, T., et al. (2025). "Data-driven proactive prediction of pumice drifting patterns using similarity search of the Kuroshio current axis." npj Natural Hazards 2(1): 34. https://doi.org/10.1038/s44304-025-00088-1, 査読有, 謝辞無

McIntosh, I. M., et al. (2025). "Degassing, porosity and hydration age characteristics of a giant submarine lava dome: Implications for post-caldera volcanism of the Kikai caldera, Japan." Journal of Volcanology and Geothermal Research 467: 108427. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2025.108427, 査読有, 謝辞有

Nakano, M., et al. (2026). "Seismic activities at Kikai Caldera, Japan, detected using distributed acoustic sensing via seafloor telecommunication cables." Journal of Volcanology and Geothermal Research 469: 108498. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2025.108498, 査読有, 謝辞無

Obana, K., et al. (2025). "Earthquake activity in the Torishima Rift and Sofu Seamount, and its relationship to the October 2023 tsunamis in Japan." Earth, Planets and Space 77(1): 56.

https://doi.org/10.1186/s40623-025-02185-x, 査読有, 謝辞無

Yamamoto, Y., et al. (2025). "Magmatic system of the Kikai submarine caldera, SW Japan, imaged by passive seismic tomography." Journal of Volcanology and Geothermal Research 465: 108369. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2025.108369, 査読有, 謝辞無

Yoshida, K. K., et al. (2025). "White pumice raft drifted to the Ogasawara and Nansei Islands after the October 2023 earthquakes in the southern Izu Islands." Geochemical Journal 59(6): 224-236. 10.2343/geochemj.GJ25013, 査読有, 謝辞無

Yoshida, K. K., et al. (2025). "Changes in the Redox State of the Nishinoshima Magmatic System During and After the 2020 Explosive Eruption." Island Arc 34(1): e70021. https://doi.org/10.1111/iar.70021, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

伊豆小笠原弧や南西諸島の海域火山を対象とした地質試料の採取と化学分析を進め、マグマ発生から噴火に至る過程を理解するための研究を実施する。海域火山の現状把握をするための地震学、地球物理学的観測を実施するとともに、海域火山観測システムの開発を進める。データサイエンスを活用して火山岩化学組成や物性データからマグマプロセスを明らかにするための手法開発を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

小野重明（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）, 田中聡（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）, 桑谷立（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）, 羽生毅（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）, 中野優（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：海域地震火山部門
電話：
e-mail：
URL：http://www.jamstec.go.jp/rimg/j/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：羽生毅
所属：国立研究開発法人海洋研究開発機構　海域地震火山部門

令和７年度年次報告

課題番号：JAMS02

（1）実施機関名：

海洋研究開発機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底広域変動観測研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

引き続き国立研究開発法人海洋研究開発機構の中期計画に沿って研究開発を進める。
まず、最初の2年間(令和6年度および7年度)は、国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期目標にかかげられている大目標の一つである「（３）海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発」の下で、以下の研究を進める。
我が国の周辺海域においては、南海トラフ地震や海底カルデラ等、大規模災害をもたらす地震・火山活動が活発であり、防災・減災対策の更なる強化が求められている。そのための具体的な検討を進めるには、海底下で進行する地震・火山活動の実態把握及び長期評価が欠かせないものの、現在は観測データも十分に揃っていない状況にあり、観測体制の構築と、データの取得・解析を通じたメカニズムの理解等の科学的知見の充実が課題となっている。このため、機構は、地震発生メカニズムの理解、プレート固着の現状把握と推移予測及び海域火山活動の予測研究に資するデータと知見を蓄積し、地震調査研究推進本部、気象庁、防災科学技術研究所、大学等の関係機関に情報提供することで、地震発生帯の現状把握・長期評価及び火山活動評価に貢献する。これを実現するために、大学や防災科学技術研究所等の関係機関と連携して、南海トラフ地震の想定震源域等を中心とした、広域かつ精緻なデータを連続的にリアルタイムで取得する海底地殻変動観測網の整備・高度化を進めるとともに、高精度の海底地下構造調査、海底堆積物・海底下岩石試料の採取・分析を実施する。これにより得られたデータと既存のデータの統合・解析を行うことで、地震発生帯モデル及びプレート固着状態に関する推移予測手法の高度化を行う。また、海域火山に係る先進的な観測手段を確立し、海域火山周辺に

おいて火山活動の現状把握を行うとともに、地球内部構造や熱・物質循環機構等の解析を進める。
令和8年度以降も、国立研究開発法人海洋研究開発機構の次期中期目標のもと、継続して本課題に取り組んでいく。

（6）本課題の５か年計画の概要：

南海トラフにといては、令和6年度と令和7年度には、東南海地震震源域付近においてプレート境界断層の詳細形状や物性分布を把握するための構造探査研究を実施する。日本海溝域においては、令和6年度と令和7年度には、宮城県沖から福島、茨城県沖付近におけるプレート沈み込みの様相を大局的に捉えるための反射法地震探査やプレート境界断層付近の詳細な物性不均質性を捉えるための屈折法探査を実施する。
令和8年度以降は、海洋研究開発機構の中長期計画の具体化を待つ必要があるが、これまでデータ取得が遅れている足摺岬から日向灘にかけての海域や伊豆小笠原沈み込み帯などの調査研究を視野に入れつつ、引き続き海底広域変動観測研究により地震発生場の実態把握研究を実施していく。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、巨大地震・津波の発生源として緊急性や重要性が高い海域として南海トラフや日本海溝域にて地殻構造や地震活動、断層物性、地震発生履歴等に係る調査を実施するとともに、既存データの解析も進めた。具体的には東南海および東海海域において二次元反射法探査を実施するとともに、日本海溝域宮城県沖には地震観測用のOBSを10台設置した。データ解析については海洋研究開発機構が過去25年以上をかけて取得した南海トラフ域の全反射法データをコンパイルすることで、南海トラフ全域にわたるプレート沈み込み構造の詳細を把握し論文として発表した他、熊野灘に直線上に設置したOBSを用いたアンビエントノイズ解析により、高解像度S波構造のイメージングに成功したり、南海トラフ域の3次元速度構造における走時を高速に計算する物理AIを搭載した震源決定システム「HypoNetNankai」を開発したりするなど、新しい解析手法の確立に成功するとともに、それらに基づく成果も公表した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

プレート沈み込み帯における詳細な地下構造情報は、プレート境界で発生する巨大地震からスロー地震まで、さまざまな断層すべりに関する研究で必要となる基盤的な情報である。今年度取り纏めた南海トラフ域全域をカバーする高精細プレート沈み込みモデルは、実観測データに基づきプレート沈み込み帯全域を数kmスケールの空間解像度で捉えた世界でも初の成果であり、今後の南海トラフ研究や沈み込み帯研究において基盤的な情報として活用されるものとなると期待される。さらに、この成果は、南海トラフ地震発生帯の推移予測の高度化などにも資すると期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ryoichiro Agata, Satoru Baba, Ayako Nakanishi, Yasuyuki Nakamura, 2025, HypoNet Nankai: Rapid Hypocenter Determination Tool for the Nankai Trough Subduction Zone Using Physics-Informed Neural Networks, Seismological Research Letters, Seismological Society of America, 97 (1): 524–536. 10.1785/0220240377, 査読有, 謝辞無

Kazuya Shiraishi, Yasuyuki Nakamura, Ryuta Arai, Tetsuo No, Yuka Kaiho, Ryo Miura, Ayako Nakanishi, Seiichi Miura, Gou Fujie, Shuichi Kodaira, 2025, Topography of the subducting basement throughout the entire Nankai Trough, Scientific Reports, 15, 25530, https://doi.org/10.1038/s41598-025-08846-x, 査読有, 謝辞無

新井隆太, 田村芳彦, 小平秀一, 2026, 伊豆小笠原弧の地殻構造の新たな解釈, 月刊地球, 印刷中, 査読無, 謝辞無

Flores, P. C. M., S. Kodaira, K. Shiraishi, G.Fujie, Y. Nakamura, R. Arai, 2026, Extensive fluid overpressure in the shallow slow earthquake zone of Nankai Trough off Muroto mapped with high-resolution P-wave velocity, Scientific Reports, in press, 査読有, 謝辞無

藤江剛, 白石和也, 中村恭之, 新井隆太, 2025, プレート沈み込み巨大地震発生帯における地下構造研究の現状, 物理探査, 78, 62-77, https://doi.org/10.3124/segj.78.sp62, 査読有, 謝辞無

Xin Liu, Ayako Nakanishi, Gou Fujie, Takashi Tonegawa, Yasuyuki Nakamura, Koichiro Obana, Shuichi Kodaira, 2025, Abundant fluids in southern Kumano Basin linked to fluid source and slow earthquakes at the plate boundary in the Nankai Trough, Proceedings of the National Academy of Sciences 122(32), 査読有, 謝辞無

Paul C. M. Flores, Shuichi Kodaira, Gaku Kimura, Kazuya Shiraishi, Yasuyuki Nakamura, Gou Fujie, Tetsuo No, Yuka Kaiho, 2025, Multiple Seamount Subduction and Lithological Variability Possibly Control Pore Fluid Pressure and Shallow Slow Earthquake Activity in Nankai Trough off Muroto, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 26, e2024GC011926, https://doi.org/10.1029/2024gc011926, 査読有, 謝辞無

Tonegawa, T., Akuhara, T., Yamashita, Y., Sugioka H., Shinohara, M., Takemura, S., Tsuji T. (2025) Accretionary prism deformation and fluid migration caused by slow earthquakes in the Nankai subduction zone, Solid Earth, 16, 579–59, doi:10.5194/se-16-579-2025, 査読有, 謝辞無

利根川貴志・新井隆太・白石和也・悪原岳 (2025) 南海トラフにおける浅部スロー地震域の地震学的構造　地震　第2輯　78, 187–198, doi:10.4294/zisin.2024-19., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

これまでの研究により南海トラフ域では浅部スロー地震が発生する海域のプレート境界付近の構造が非常に詳細にわかってきた。一方で巨大地震が発生するより深部、沿岸域の地下構造の把握は遅れている。令和8年度は、熊野灘において沿岸域の詳細な地下構造把握を目指した調査観測研究を実施する。さらに、前年度までに取得した地震探査観測データを活用して、南海トラフおよび日本海溝、千島海溝域におけるプレート境界など地下構造に関する成果を論文として発表する計画である。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海域地震火山部門地震発生帯研究センター
他機関との共同研究の有無：有
東京大学地震研究所, 東京大学大気海洋研究所, 東北大学, ほか

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：海域地震火山部門 地震発生帯研究センター
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：藤江剛
所属：海域地震火山部門 地震発生帯研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：JAMS03

（1）実施機関名：

海洋研究開発機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震・津波の発生過程の理解とその予測研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
イ. 津波の事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）本課題の５か年の到達目標：

引き続き国立研究開発法人海洋研究開発機構の中期計画に沿って研究開発を進める。
まず、最初の2年間(令和6年度および7年度)は、国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期目標にかかげられている大目標の一つである「（３）海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発」の下で、以下の研究を進める。
我が国の周辺海域においては、南海トラフ地震や海底カルデラ等、大規模災害をもたらす地震・火山活動が活発であり、防災・減災対策の更なる強化が求められている。そのための具体的な検討を進めるには、海底下で進行する地震・火山活動の実態把握及び長期評価が欠かせないものの、現在は観測データも十分に揃っていない状況にあり、観測体制の構築と、データの取得・解析を通じたメカニズムの理解等の科学的知見の充実が課題となっている。このため、機構は、地震発生メカニズムの理解、プレート固着の現状把握と推移予測及び海域火山活動の予測研究に資するデータと知見を蓄積し、地震調査研究推進本部、気象庁、防災科学技術研究所、大学等の関係機関に情報提供することで、地震発生帯の現状把握・長期評価及び火山活動評価に貢献する。これを実現するために、大学や防災科学

技術研究所等の関係機関と連携して、南海トラフ地震の想定震源域等を中心とした、広域かつ精緻なデータを連続的にリアルタイムで取得する海底地殻変動観測網の整備・高度化を進めるとともに、高精度の海底地下構造調査、海底堆積物・海底下岩石試料の採取・分析を実施する。これにより得られたデータと既存のデータの統合・解析を行うことで、地震発生帯モデル及びプレート固着状態に関する推移予測手法の高度化を行う。また、海域火山に係る先進的な観測手段を確立し、海域火山周辺において火山活動の現状把握を行うとともに、地球内部構造や熱・物質循環機構等の解析を進める。
令和8年度以降も、国立研究開発法人海洋研究開発機構の次期中期目標のもと、継続して本課題に取り組んでいく。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度と令和7年度には、既存データ、中長期計画前半で得られた構造データに基づき、地域ごとの詳細構造を取り込んだ三次元地震発生帯地下構造モデルの高度化を実施するとともに、高度化以前のモデルを用いた地震の発生、地震波の伝播、津波の発生等の各過程に関するシミュレーションや、地殻活動のデータ解析、海洋変動の影響評価を実施する。また、データ同化手法等を用いたプレート固着状態の推移予測の試行を実施する。さらに、関係機関との協力により高度化した即時津波被害予測システムの社会実装を進める。令和8年度以降は、海洋研究開発機構の中長期計画の具体化を待つ必要があるが、高度化した地震発生帯地下構造モデルを用いて、海域を中心に新たに得られるデータを解析することで、現状把握と推移予測の高度化を実施していく。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、プレート固着の現状把握のための海底地殻活動観測ならびにデータ解析手法の高度化についての論文発表を行うとともに、巨大地震の繰り返しに関わる地震活動解析等を進めた。具体的には、海底ケーブル水圧計のデータを繰り返し現場校正することで長期的な沈降レートの推定を実現するとともに、2024年能登半島地震の約3時間後より発生した南海トラフでのスロー地震活動を分布型音響センシング（DAS）によって観測した。さらに、固着ー滑りの新たな推定手法を提案した上で、南海トラフのセグメント境界で固着が弱いことを示した。また、津波研究では、2024年と2025年の日向灘地震における津波の特徴と減衰過程に関する検討を行い、論文発表した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「地震発生の物理モデルに基づく予測と検証」を進める上で、プレート固着・滑りの現状把握は不可欠であり、そのための海底地殻活動観測ならびにデータ解析手法の高度化を着実に進めることができた。今後は、プレート固着・滑りの現状把握はもちろんのこと、固着・滑りの推移評価や次に起こりうる地震発生シナリオの検討等にこれらの成果を活用していくことで、災害の軽減に貢献にていく計画である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Baba, S., E. Araki and T. Hori, 2025, Shallow tremors near the Nankai Trough activated after the M 7.6 Noto Peninsula earthquake, Geophys. Res. Lett., 52, e2025GL118973, https://doi.org/10. 1029/2025GL118973, 査読有, 謝辞無

Machida, Y., S. Nishida, H. Matsumoto, and E. Araki, 2025, Seafloor subsidence associated with plate convergence detected by long-term pressure recordings in the Nankai Trough, Japan, Geophys. Res. Lett., 52, e2025GL116913, https://doi.org/10.1029/2025GL116913, 査読有, 謝辞無

Sato,D.S., T. Hori,T. and Y. Fukahata, 2025, Differentiating frictionally locked asperities from kinematically coupled zones, J. Geophys. Res.: Solid Earth, 130, e2024JB030357, https://doi.org/10.1029/2024JB030357, 査読有, 謝辞無

Nanjo, K.Z., T. Hori and D. Iwata, 2026, Non-randomness of Japan megaquakes implied by stress recovery and accumulation, Comm. Earth, Environ., 7: 101, https://doi.org/10.1038/s43247-025-03075-6, 査読有, 謝辞有

山下 裕亮・堀 高峰，日向灘南部における大地震の多様な発生様式，地震 2，78，127-146，https://doi.org/10.4294/zisin.2025-2S, 査読有, 謝辞有

Wang, Y., K. Imai and Y. Hayashi, 2025, Tsunami wave characteristics of the 2024 and 2025 Hyuganada earthquakes, Geosci. Lett., 12:40, https://doi.org/10.1186/s40562-025-00416-3, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

巨大地震発生域である南海トラフ等のプレート沈み込み帯に対して、海底や海底下で何が起きているか、プレート境界がどのような状態であるかをリアルタイムで把握することを目指す。そのために、観測技術並びに地下構造モデルを踏まえた解析手法開発を進め、地震の時空間変化のモニタリングを実施する。さらに、地震またはそれらに励起される津波に対しては、推移を予測するための手法を高度化する。それらの成果を踏まえて、地震・津波データのリアルタイム解析から、その情報発信の仕組みまでを一体的に開発する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

地震津波予測研究開発センター
他機関との共同研究の有無：有
防災科学技術研究所, 東京大学地震研究所, 東北大学, 静岡県立大学

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：海域地震火山部門　地震津波予測研究開発センター
電話：
e-mail：
URL：https://www.jamstec.go.jp/feat/j/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：堀高峰
所属：地震津波予測研究開発センター

令和７年度年次報告

課題番号：JCG_01

（1）実施機関名：

海上保安庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海洋測地の推進
（英文）Promotion of marine geodesy

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

SLRの国際共同観測を継続し、日本周辺を含めた広域のプレート相対運動を把握するためのデータを提供し精度向上に貢献する。
コロケーション測量を継続し、GNSSアンテナとSLR望遠鏡不動点の相対位置関係を精度良く決定する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

下里水路観測所において SLRの国際共同観測を継続し、日本周辺を含めた広域のプレート相対運動決定に資するデータを取得する。
GNSSアンテナとSLR望遠鏡不動点との相対位置関係を求めるためのコロケーション測量を継続的に実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
下里水路観測所において SLRの国際共同観測を継続し、日本周辺を含めた広域のプレート相対運動決定に資するデータを取得した。2月には、GNSSアンテナとSLR望遠鏡不動点との相対位置関係を求めるためのコロケーション測量を実施した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

下里水路観測所において SLRの国際共同観測を継続し、日本周辺を含めた広域のプレート相対運動決定に資するデータを取得する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
電話：03-3595-3632
e-mail：下記URL内にある問い合わせフォームから「人工衛星レーザー測距観測（SLR）」を選択して問い合わせください。
URL：https://www1.kaiho.mlit.go.jp/joint/form_mail/form_mail.cgi

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：渡邉俊一
所属：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室

令和７年度年次報告

課題番号：JCG_02

（1）実施機関名：

海上保安庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）験潮
（英文）Tidal Observation

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

海上保安庁が所管する常設験潮所において、継続的に験潮データを収集し、地殻変動把握のための基礎データとする。
各験潮所設備を健全に維持すると共に、定期的な測定や測量により観測基準面の維持を行い、データの連続性を保つ。

（6）本課題の５か年計画の概要：

継続して全国20カ所の常設験潮所において潮汐観測を実施し、国土交通省水管理・国土保全局および港湾局、国土地理院、気象庁と連携し、験潮データをリアルタイムでインターネットにより公開する。
海上保安庁所管の験潮所：竜飛、釜石、横浜、横須賀、千葉、三宅島、神津島、八丈島、徳山、広島、呉、大分、博多、佐世保、厳原、粟島、大泊、西之表、中之島、名瀬。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

全国20カ所の常設験潮所において潮汐観測を実施し、国土交通省水管理・国土保全局および港湾局、国土地理院、気象庁と連携し、験潮データをリアルタイムでインターネットにより公開した。
海上保安庁所管の験潮所：竜飛、釜石、横浜、横須賀、千葉、三宅島、神津島、八丈島、徳山、広島、呉、大分、博多、佐世保、厳原、粟島、大泊、西之表、中之島、名瀬。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

平時及び災害時に、状況を把握するための基礎資料として活用されており、今後も必要な観測である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

全国20カ所の常設験潮所において潮汐観測を実施し、国土交通省水管理・国土保全局および港湾局、国土地理院、気象庁と連携し、験潮データをリアルタイムでインターネットにより公開する。
海上保安庁所管の験潮所：竜飛、釜石、横浜、横須賀、千葉、三宅島、神津島、八丈島、徳山、広島、呉、大分、博多、佐世保、厳原、粟島、大泊、西之表、中之島、名瀬。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海上保安庁 海洋情報部 沿岸調査課
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：海上保安庁 海洋情報部 沿岸調査課
電話：03-3595-3636
e-mail：
URL：https://www1.kaiho.mlit.go.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：南部 正裕
所属：海上保安庁 海洋情報部 沿岸調査課

令和７年度年次報告

課題番号：JCG_03

（1）実施機関名：

海上保安庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底地殻変動観測
（英文）Seafloor geodetic observation

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（5）本課題の５か年の到達目標：

プレート境界の固着状態の把握のため、GNSS－音響測距結合方式による海底地殻変動観測を継続する。測位精度および時間分解能の向上を目指した技術開発を行い、固着状態の時間変化の把握に努める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

日本海溝沿い、南海トラフ沿いなど、日本近海の海溝型巨大地震の震源域となる海域において、海底地殻変動観測を継続するとともに、観測の高度化のための技術開発を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

海溝型地震震源域海底において、GNSS－音響測距結合方式（GNSS-A）による地殻変動観測を継続して実施した。日本海溝沿いにおける観測から、2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動の継続、南海トラフ沿いにおける観測から、プレート境界固着の影響による地殻変動を観測している。12月に、南海トラフ地震の想定震源域西側に新たに4つのGNSS-A観測点を設置し、観測を開始した。
時短観測の事前評価（伊牟田・渡邉, 2026）や観測機器バイアスの評価（富岡・他, 2026）、解析手法の高度化（渡邉, 2026）を進めるとともに、準リアルタイム化に向けた技術開発を進めた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

海域における地殻変動観測を安定的・継続的に実施し、成果を政府関連会議に定期的に報告することで国の地震防災対策に貢献している。また、観測データや解析ソフトウェアを公開することで、海底

測地分野の研究の推進に貢献している。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

伊牟田圭, 渡邉俊一, 2026, 緊急時に想定される時短海底地殻変動観測の事前能力評価, 海洋情報部研究報告, 64, 印刷中, 査読有, 謝辞無

富岡拓央,渡邉俊一,吉田茂,2026,海底地殻変動観測におけるGNSSアンテナ・トランスデューサ間ローカルタイ（ATDオフセット）計測手法, 海洋情報部研究報告, 64, 印刷中, 査読有, 謝辞無

渡邉俊一, 2026, 海底地殻変動観測における新しい海底局アレイ引継ぎ戦略, 海洋情報部研究報告, 64, 印刷中, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Watanabe, S., Nagae, K., Ishikawa, T., Nakamura, Y., Yokota, Y., 2025, Improvements of GNSS-A seafloor geodetic observation for the crustal deformation monitoring around Japan, EGU25, 3152

石川直史, 横田裕輔, 渡邉俊一, 増永英治, 2025, GNSS-Aの音速場モデリングにおける内部潮汐の影響, JpGU 2025, SCG55-32

永江航也, 横田裕輔, 石川直史, 渡邉俊一, 中村優斗, 2025, SGO-A観測点の時系列データについて, JpGU 2025, SGD03-12

渡邉俊一, 永江航也, 石川直史, 吉田茂, 富岡拓央, 中村優斗, 横田裕輔, 2025, GNSS-A海底地殻変動観測における機器由来のバイアス誤差の軽減, SGD02-12

Watanabe, S., Ishikawa, T., Yokota, Y., Nakamura, Y., Nagae, K., 2025, Understanding biases due to the instrumental errors in GNSS-A seafloor positioning, IAG Sci. Assembly 2025, G09-1-02

Watanabe, S., Nagae, K., Ishikawa, T., Nakamura, Y., Matsushita, H., Yokota, Y., 2025, Installation plan for new GNSS-A sites of the SGO-A in the western part of the Nankai Trough, Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025, P1-49

石川直史, 横田裕輔, 渡邉俊一, 増永英治, 2025, 内部潮汐による音速変動がGNSS-A測位に与える影響, 日本地震学会2025年度秋季大会, S03-07

渡邉俊一, 永江航也, 石川直史, 中村優斗, 松下優, 横田裕輔, 2025, 南海トラフ想定震源域におけるGNSS-A海底地殻変動観測網SGO-Aの強化, 日本地震学会2025年度秋季大会, P03-06

Watanabe, S., Ishikawa, T., Yokota, Y., Nakamura, Y., Nagae, K., 2025, Acoustics-based precise global positioning on the seafloor: GNSS-A observations for monitoring the crustal deformation related to earthquakes, Sixth Joint Meeting Acoustical Soc. Am. and Acoustical Soc. Japan

Watanabe, S., Imuta, K., Ishikawa, T., Yokota, 2025, Implementation plan and prior capability assessment of quick GNSS-A for urgent observations, AGU25, G11C-0260

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

引き続き、日本海溝沿い、南海トラフ沿いなど、日本近海の海溝型巨大地震の震源域となる海域において、海底地殻変動観測を継続するとともに、観測の高度化のための技術開発を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
他機関との共同研究の有無：有
東北大学災害科学国際研究所, 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター, 東京大学生産技術研究所, 海洋研究開発機構

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
電話：03-3595-3632
e-mail：下記URLの問い合わせフォームから問い合わせください。
URL：https://www1.kaiho.mlit.go.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：渡邉俊一
所属：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室

令和７年度年次報告

課題番号：JCG_04

（1）実施機関名：

海上保安庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海域火山観測

（英文）monitoring and observation of the activities of submarine volcanoes and volcanic island

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

海域火山の定期巡回監視及び海域火山基礎情報整備を継続して実施する。
海域火山データベースの整備及び公表を継続して行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

航空機による南方諸島及び南西諸島の海域火山の定期観測を実施した。
なお、西之島や硫黄島等の南方諸島の火山について、監視体制を強化し、毎月１回程度の監視観測を継続して実施した。
また、測量船により須美寿島付近及び孀婦海山の海域火山基礎情報調査を実施した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

これらの調査結果は火山調査研究推進本部に報告するとともに、海域火山データベースに掲載し公表した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

引き続き、海域火山の定期巡回監視及び海域火山基礎情報整備や、海域火山データベースの整備及び公表を継続して行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
電話：03-3595-3607
e-mail：下記URL内にある問い合わせフォームから「海域火山調査」を選択して問い合わせください。
URL：https://www1.kaiho.mlit.go.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：高梨泰宏
所属：海上保安庁海洋情報部技術・国際課

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_01

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山活動の監視・評価及び予測技術に関する研究

（英文）Research for monitoring, evaluation and prediction methods of volcanic activity

（3）関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

（5）本課題の５か年の到達目標：

地球物理学的手法及び地球化学的手法を用いた研究により、火山活動の監視及び評価技術を高度化する。また、大規模噴火にも適用できる噴火現象の即時的解析・予測技術の開発・改良を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

1-1 多項目データの整理・解析に基づく監視・評価技術の高度化

気象庁の現業監視データをはじめとする気象庁が蓄積してきた観測データや活動評価資料、気象研究所による伊豆大島観測データやSAR解析データ、各研究機関による学術的知見等の多項目の観測・解析データを整理し、データベースを構築する。このデータベースを基に、過去事例・検索閲覧システムを開発することで監視・評価業務への利活用を可能とする仕組みを作る。また、データベースに集約された大規模データを基に、数理統計学的にパラメータ毎の頻度分布及びパラメータ間の定量的な相互関係を調査するとともに、監視業務や噴火警戒レベルの判定基準等の活動評価・予測の高度化へ寄与する確率的評価手法を開発する。

1-2 監視データ解析処理技術の開発

地殻変動の迅速な検知と変動源把握のために伊豆大島等のデータを用いてGNSSキネマティック解析システムの構築及び地殻変動源推定システムの開発を行う。また、現業監視データを用いてPF法等の震源・震動源自動推定法を火山業務へ実装するための技術開発を行う。その他、監視・評価に資する、観測データに関する解析処理技術の改良を進める。

2-1 熱水系卓越型火山の活動評価技術の高度化

主に水蒸気噴火卓越型火山の活動の消長の評価監視技術の高度化を進めるため、噴気孔や火口等から直接採取した火山ガスや熱水の化学組成や安定同位体比、あるいは水蒸気噴火によって放出された火山灰の内容物や水溶性成分等の分析や装置による観測を実施し、熱水系の構造や火山性異常、水蒸気噴火の発生場･発生機構について地球化学的視点で理解を深化させる。

また、一部の火山については熱水系に含まれるマグマ成分の相対的な多寡を迅速に推定するための手法（選択的迅速分析法）を検討･開発し、火山ガスの化学的観測の簡便化･効率化を進め、監視評価技術

を高度化する。
2-2 マグマ噴火卓越型火山のマグマ活動監視技術の高度化
マグマ活動の監視技術の高度化を目差し、噴煙中に含まれるマグマ揮発性成分の一つであり、火山活動の重要な指標となっている二酸化硫黄の放出率について、地上での連続観測や機動的な繰り返し観測に加え、衛星による観測データを用いることで測定の時間分解能を向上させる。
観測の複合化により必要となる定量技術の複合化では、観測手法間の精度評価を進めるとともに、気象場を用いた定量法を各観測データの定量解析に適用することによって、二酸化硫黄放出率の解析精度の向上を図る。
測定及び解析技術の開発を進めることで、これまで観測が難しかった火山における二酸化硫黄放出率の解析データをマグマ活動の基礎的情報として蓄積し、地殻変動等の連続的な地球物理学的観測データとの統合解釈を進め、時間変化するマグマの移動と揮発性成分の挙動の関係を定量的に評価する手法を検討することによって、マグマ活動推移の可視化を進める。
3-1　気象衛星・レーダー等による噴火現象の解析
国内外の火山噴火事例を対象として、気象衛星ひまわり8号で観測された衛星データ等を用いて安定的に現業利用できる火山灰プロダクトのアルゴリズムを導入し、ひまわり9号による噴火検知、噴火規模の即時的推定、火山灰雲の実況解析、濃度予測に必要な解析値作成及び予測結果の相互検証に必要な解析技術を開発・改良する。
二重偏波気象レーダーと二次元ビデオディスドロメーター（2DVD）による観測データを用いて、特に水物質の関与の大きい場合（曇天時等）の噴煙の解析を行う。また、噴煙の解析結果について、衛星による解析結果との比較検証も適宜行う。
3-2　火山灰濃度予測及び確率予測のモデル開発
衛星解析による火山灰プロダクトを気象庁移流拡散モデルの初期値に用いて、浮遊火山灰の濃度予測技術を開発する。また、気象庁数値予報モデルによるアンサンブル予報を移流拡散モデルの入力値に用いて、浮遊火山灰の確率予測技術を開発する。さらに噴火の規模によらず、大規模噴火に対しても浮遊火山灰及び降灰予測が可能なように、風の影響や傘型噴煙を考慮した新しい噴煙モデル及び移流拡散モデルの開発・改良を行う。

（7）令和 7 年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1-1 多項目データの整理・解析に基づく監視・評価技術の高度化

多項目データベースの構築を継続した。過去事例検索・閲覧システムの自然言語検索化へ向け、過去事例関連資料を用いた自動ラベリング手法の開発を進めた。また、多項目データを用いた客観的な分類に基づく火山活動評価手法の開発に着手した。伊豆大島1986年割れ目噴火に伴うダイク貫入の時間発展と傾斜データとの対応の検証を通じて、適時的確な警報発表の実現に向けた知見を得た。

1-2 監視データ解析処理技術の開発

GNSSキネマティック解析システムにおいて、伊豆大島島内の全基線について精度を評価し、概ね基線長10kmで1cmの精度があることを確認したとともに、新たに一秒サンプリングデータの解析を実装した。MCMC法による地殻変動源推定システムの開発に着手し、シミュレーションデータを用いた解析で変動源が推定できることを確認した。新たに打ち上げられたALOS-4衛星のデータを用いて、雌阿寒岳を対象に干渉SAR解析を実施し、2025年9月の噴火直後に明瞭な地殻変動が見られないことを確認した。震動データ自動処理手法の開発として、伊豆大島の群発地震時のデータでPF法の試行を行い、地震が多発する時間帯では、イベントの検知率が下がることなどの課題に対してパラメータチューニングによる改善を試みた。また、岩手山の震動データに対して相対ASL法を適用し、この手法の動作確認及び手動検測との震源比較を行った。

2-1　熱水系卓越型火山の活動評価技術の高度化

2024年10月から火口周辺警報が続いている岩手山について、2024年に採取した火山ガスを分析・解析し、水の安定同位体や化学的指標（SO_2/H_2S比や熱水系の温度の指標となる見かけ平衡温度）からは、1998年の活動の様な切迫したマグマの寄与は認められないことを明らかにして国際誌に報じた。2025年8月4日から火口周辺警報が発表された草津白根山では湯釜火口湖およびその周辺の火山ガスの観測によって、7月ないし8月までに湯釜火口の湖面の異常変色、湖水に溶存する成分（ClやSO$_4$）の

濃度増加や組成変化、および火山ガス中のCO_2/H_2S比の上昇などの、浅部熱水系へのマグマ成分の増加を示唆する地球化学的なシグナルを捉え、その一部を英語論文として報じた。霧島山（硫黄山）では火山ガスに含まれる水が持つ高い同位体比や、火口内に湧く熱水が持つ高いCl/SO_4比などから、硫黄山周辺の浅部熱水系においては本年を通じてマグマ起源成分の寄与が高い状態で推移したことを明らかにした。

選択的迅速分析法開発の取り組みとして、従来は実験室で分析していた熱水のCl/SO_4比をオンサイトで即日実施するための手法・手順を検討したほか、火山ガスの一部の指標成分についてオンサイト分析するための小型の可搬型ガスクロマトグラフを調達し、分析のための調整に着手した。

2-2　マグマ噴火卓越型火山のマグマ活動監視技術の高度化

令和8年度からの試験観測開始に向けて、二酸化硫黄放出率連続観測のテレメータ観測のために、二酸化硫黄カラム濃度計測装置(以下、装置と呼ぶ)への伝送系設備の取り付けを実施するとともに、自動観測のための通信及びデータサーバ環境の構築を行った。令和6年度の装置更新で生じた予備備品等を活用し、現地収録特化型の小型化した測器を製作し、阿蘇山での試験観測を実施した。この観測では、これまでの研究で課題となった火山ガスによる腐食を防ぐために、防錆対策を施した改良レンズボックスの性能試験も行っている。

気象庁の機動観測で実施される二酸化硫黄放出率観測において、二酸化硫黄カラム濃度の基準となる吸収スペクトル作成に二酸化硫黄標準ガスセルが用いられている。令和6年度に検定用の装置を準備し、本年度、ガスセルの濃度検定を導入後に初めて実施した。最古の標準セルで20年以上前に製作・検定されたものであったが、今回の検定では濃度の劣化は確認されず、計測誤差程度で標示値のズレは収まっていた。

衛星データTROPOMIの二酸化硫黄分布データについて、気象庁局地モデルによる後方流跡線解析により二酸化硫黄濃度の時間減衰の特性確認を行った。その結果を2025年新燃岳噴火に伴う二酸化硫黄放出活動に適用し、減衰補正を考慮した放出率の時間変化を算出した。また、衛星観測データと気象モデルによる前方流跡線解析を組み合わせて二酸化硫黄放出率を推定する方法を複数事例に適用し、推定特性を調べ課題を整理した。

3-1 気象衛星・レーダー等による噴火現象の解析

異なる火山噴火による火山灰雲の事例に対して、衛星観測データと放射伝達計算によるシミュレーション結果の比較を行い、火山灰組成や火山灰雲の物理特性と観測輝度温度特性との関係を明らかにした。これにより、衛星データにおける火山灰判定条件が改良され、これまで見逃されてきた光学的に厚い火山灰雲の一部を検出・解析することが可能となった。

2025年6月22日に開始した霧島山（新燃岳）の噴火事例について、気象レーダーによる解析を行った。7月7日までの連続的噴火の間に、一般気象レーダー観測網で検知された比較的規模の大きな噴煙は、7月3日13時49分と22時40分頃の噴火のみであった。また降水の影響があった8月10日5時23分の噴火について、鹿児島空港気象ドップラーレーダーにより解析したところ、周辺の降水エコーより偏波間相関係数の低い噴煙エコーを検出することができた。

3-2 火山灰濃度予測及び確率予測のモデル開発

気象庁メソアンサンブル予報値を移流拡散モデル（JMA-ATM）に入力する降灰の確率予測技術を開発した。桜島の噴火事例について、観測データによる検証を行い、火口近傍においては大気場より初期値の不確実性が大きいことが示唆された。

大規模噴火に適用可能な噴煙モデル（NIKS-1D）の開発を進め、一年分の大気場（メソ解析値）を用いて富士山宝永噴火相当に適用した降灰シミュレーションから、地域ごと・時間ごとの火山灰の深さなどの指標を抽出し、予想降灰量データベースを作成した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Yaguchi, M., A, Terada, and T. Ohba, 2026,Can volcanic activation be identified from the geochemistry of surface discolored water in the active crater lake Yugama at Kusatsu-Shirane volcano, Japan? ― Example from July 2025, 温泉科学, 75(4)., 査読有, 謝辞無

Yukutake, Y., T. Taira, S. Onizawa, and Y. Morita, 2025, Decadal Monitoring of Seismic Velocity Changes Beneath Izu-Oshima, Central Japan, Using Ambient Seismic Noise Records, Journal of Geophysical Research Solid Earth, 130., 査読有, 謝辞無

Yaguchi, M., T. Ohba, and S. Kanno, 2025: Geochemical evaluation for the fumarolic gases collected at Ojigokudani, Iwate volcano, Japan in September 2024. Earth, Planets and Space, 77, 134., 査読有, 謝辞無

関香織，岩本征大，森健彦，西正儀，井上秀穂, 2025, 市販のガス警報器を用いたSO2/H2S比の観測, 験震時報., 査読有, 謝辞無

高木朗充, 為栗健, 井口正人, 森俊哉, 宗包浩志, 下司信夫, 橋本武志, 碓井勇二, 相澤幸治, 清水洋, 2025, 研究集会「火山活動評価研究の現状と今後の展望」,火山, 70, 111-118., 査読有, 謝辞無

知北和久, 後藤章夫, 岡田純, 大八木英夫, 網田和宏, 2025,火山性湖沼の分水界漏出からみた水循環系：レビューと解釈, 陸水物理学会誌, 7, 3-13., 査読有, 謝辞無

大場武, 谷口無我, 伊藤昌稚, 角皆潤, 2026, えびの高原硫黄山における火山ガスの化学組成及び安定同位体比, 地學雑誌., 査読有, 謝辞無

角野浩史, 福島菜奈絵, 米田羅生, 外山浩太郎, 小長谷智哉, 安田裕紀, 谷口無我, 石橋純一郎, 大場武, 2026,霧島火山群におけるヘリウム同位体比の時空間変化, 地学雑誌., 査読有, 謝辞無

Ohba, T. and M. Yaguchi, 2025, Volcanic Activity Cycles of the Kusatsu-Shirane Volcano, Japan Revealed by the Geochemical Monitoring of Lake Water in the Yugama Crater and Adjacent Fumarolic Gases. Kusatsu-Shirane Volcano, Active Volcanoes of the World, Springer, Cham, 41-59pp, ISBN: 978-3-031-86137-6., 査読無, 謝辞無

谷口無我, 大場武, 2026, 火山性流体の化学分析に基づく火山活動評価 －霧島山(えびの高原硫黄山)の熱水観測の例－,防災科学技術研究所研究報告, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Ishimoto, H., K. Ishii, R. Kudo, E. Oikawa, Signatures of felsic particles in optically thick volcanic ash clouds from infrared satellite observations and application to ash cloud detection , JAXA Joint PI Workshop, 2025年10月, Japan, Tokyo

Hashimoto, A., A. Takagi, and T. Shimbori, Estimation of Volcanic Sulfur Dioxide Emission Rates Using Satellite Observation and Forward Trajectory Analysis, Volcanology in Practice, 2025年10月, 新潟市

Toyoshima, S., T. Ohba, N. Numanami, and M. Yaguchi, Consideration of sulfur isotope ratios in Hakone volcanic gas since 2019, The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 2025年9月, 札幌

Ohba, T., M. Yaguchi, M. Ito, and U. Tsunogai, Volcanic gases from Ebinokogen Ioyama volcano, Japan, The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 2025年9月, 札幌

Sumino, H., T. Obase, N. Fukushima, K. Toyama, M. Yaguchi, T. Ohba, and A. Terada, Spatial and temporal variations in noble gas isotopic compositions of fumaroles and hot/cold spring gases at Kusatsu-Shirane volcano, The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 2025年9月, 札幌

Numanami, N., T. Ohba, and M. Yaguchi, Evaluation of volcanic activity using geochemical monitoring with multivariate analysis, The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 2025年9

月, 札幌

Fukushima, N., H. Sumino, T. Ohba, M. Yaguchi, J. Ishibashi, Y. Yasuda, T. Obase, K. Toyama, and T. Matsushima, Temporal and Spatial Variations of $^{3}He/\square$ He Ratios in the Kirishima Volcanic Group: Implications for Volcanic Activity Assessment, The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 2025年9月, 札幌

Yaguchi, M., T. Ohba, and S.kanno, The nature of fumarolic gases collected at Ojigokudani, Iwate volcano, Japan in September 2024, The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 2025年9月, 札幌

Fukushima, N., H. Sumino, T. Ohba, M. Yaguchi, J. Ishibashi, Y. Yasuda, T. Obase, and K. Toyama, Temporal and spatial variations of helium and carbon isotope ratios at Kirishima volcanic group, Japan, Goldschmidt2025 Conference, 2025年7月, Czech Republic, Prague

Terada, A., M. Yaguchi, T. Ohba, Quantitative evaluation of temporal changes in subaqueous hydrothermal activity in active crater lakes during unrest: Time-series analyses of lake chemistry, IAVCEI 2025 Scientific Assembly, 2025年6月, Switzerland, Geneva

Chikita K.A., A. Goto, and J. Okada, A comparative study on hydrothermal conditions of crater lakes under volcanic activity, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

知北和久, 後藤章夫, 岡田純, 網田和宏, 大八木英夫, 活火山火口湖における地下熱水系の研究, 陸水物理学会第46回研究発表会, 2025年11月, 東京

石元裕史、新堀敏基、林昌宏, 珪長質粒子による火山灰雲輝度温度特性の反転現象, 日本気象学会2025年度秋季大会, 2025年11月, 福岡

小澤拓, 宮城洋介, 奥山哲, 姫松裕志, 火山観測用可搬型レーダー干渉計（SCOPE）により検出された振子沢噴気孔群周辺の地盤変動（2022-2025）, 日本測地学会第144回講演会, 2025年10月, 北海道釧路市

奥山哲, 川口亮平, 成田冴理, 鬼澤真也, 伊豆大島におけるGNSS観測キネマティック解析の精度調査, 日本測地学会第144回講演会, 2025年10月, 北海道釧路市

木村 一洋, 河島 克久, 松元高峰, 立山・室堂平周辺のGNSSと傾斜計に認められる積雪荷重と融雪の影響 その１, 日本測地学会第144回講演会, 2025年10月, 北海道釧路市

熊本圭純, 谷口無我, 宮縁育夫, 霧島火山新燃岳2025年噴火に伴う火山灰の水溶性成分, 日本火山学会2025年度秋季大会, 2025年10月, 長野県松本市

谷口無我, 大場武, 菅野舜, 2024年9月に採取した岩手山大地獄谷の噴気, 日本火山学会2025年度秋季大会, 2025年10月, 長野県松本市

関香織，丸岡照幸，高橋良, 十勝岳の火山ガス・温泉水の硫黄同位体比, 日本火山学会2025年度秋季大会, 2025年10月, 長野県松本市

小澤拓, 宮城洋介, 奥山哲, 姫松裕志, 火山観測用可搬型レーダー干渉計(SCOPE)による振子沢噴気孔群周辺の地盤変動(2022-2025), 日本火山学会2025年度秋季大会, 2025年10月, 長野県松本市

沼波望, 大場武, 谷口無我, 箱根山の河川水Cl/K 比と火山活動の関係, 日本火山学会2025年度秋季大会, 2025年10月, 長野県松本市

新堀敏基, 石井憲介, 石元裕史, 関香織, 橋本明弘, メソアンサンブル予報値を入力した移流拡散モデルによる降灰の確率予測, 日本火山学会2025年度秋季大会, 2025年10月, 長野県松本市

森健彦, 関 香織, 谷口無我, 森俊哉, 手操佳子, 栗原佑典, 二酸化硫黄放出率観測に用いる標準濃度ガスセルの検定, 日本火山学会2025年度秋季大会, 2025年10月, 長野県松本市

高木朗充, 新堀敏基, 衛星データと気象庁局地モデルによる二酸化硫黄濃度の時間減衰の確認と2025年

新燃岳の活動, 日本火山学会2025年度秋季大会, 2025年10月, 長野県松本市

萬年一剛, 外山浩太郎, 谷口無我, 大場武, 関香織, 篠原宏志, 長時間型検知管を用いた簡易な火山ガスモニタリング, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

成田冴理, 鬼澤真也, 川口亮平, 1986年伊豆大島割れ目噴火前後の傾斜変動の再解析：傾斜データに基づくダイク貫入過程の検証, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

入山宙, 桜島における多変量解析による火山活動の状態把握と遷移パターン抽出の試み, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

橋本明弘, 高木朗充, 新堀敏基, 衛星観測と前方流跡線解析を用いた火山ガス放出率推定, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

鬼澤真也, 青山　裕, 有珠山における3次元速度構造の気象庁地震検測値による震源決定への適用, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

川口亮平, 内田東, 伊豆大島の火山性地震へのPF法の適用, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 2025年5月, 千葉県千葉市

奥山 哲, 川口 亮平, 鬼澤 真也, 伊豆大島におけるGNSS観測キネマティック解析の精度調査, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 2025年5月, 千葉県千葉市

野中佑馬, 宮川祐司, 木村一洋, 余効変動の除去による蔵王山の深部膨張源の検出 , JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

福島菜奈絵, 角野浩史, 大場武, 谷口無我, 石橋純一郎, 安田裕紀, 小長谷智哉, 外山浩太郎, 霧島火山群・えびの高原硫黄山周辺の火山ガスのヘリウム同位体比の時空間分布から探る火山活動, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

大場武, 谷口無我, 沼波望, 豊島誠也, 寺田尭彦, 火山ガスの化学組成を可視化し特徴を把握する試み, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

市來雅啓，神田径，海田俊輝，潮田雅司，関香織，三浦哲，山本希，森田裕，上嶋誠, 電気比抵抗構造の信頼区間推定手法と蔵王山浅部低比抵抗体の比抵抗信頼区間推定によるスメクタイト量推定, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

谷口無我, 大場武, 菅野舜, 2024年9月に採取した岩手山大地獄谷の噴気の特徴, JpGU meeting 2025, 2025年5月, 千葉県千葉市&オンライン

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

1-1 多項目データの整理・解析に基づく監視・評価技術の高度化

一部の火山を対象として、多項目の観測・解析データを整理し、データベースの構築を継続するとともに、過去事例検索・閲覧システムの改良を進める。また、データベースの大規模データを基に、数理統計学的な解析による確率的評価手法の改良を進める。

1-2 監視データ解析処理技術の開発

地殻変動データ、震動データの自動・迅速処理手法の開発のため、PF法・相対ASL法などの研究や業務化への技術開発に取り組む。またGNSSキネマティック解析システムおよび地殻変動源自動推定システムのプロトタイプを完成させる。干渉SAR解析について精度向上のための技術開発を実施するとともに、時系列解析について調査する。また、自動・迅速処理手法の開発や監視・評価の高度化に資するために、伊豆大島にて地殻変動等の観測を実施する。

2-1　熱水系卓越型火山の活動評価技術の高度化

熱水系卓越型火山における熱水系の構造や火山性異常、水蒸気噴火発生機構を検討するために、吾

妻山・箱根山・草津白根山・霧島山（硫黄山）等において火山ガスや熱水の化学組成や安定同位体比を分析・観測し、その活動推移を把握する。ただし観測対象火山は直近の活動状態などを踏まえて随時検討することとする。火山ガス等に含まれる一部の成分については、令和７年度までに導入した検知管や可搬型の分析装置等を使った迅速分析法を試験的に実践する。また、水蒸気噴火の発生場を推定するため火山灰を分析する装置（XRD）を整備し、噴火で放出された火山灰の構成分析を進める。

2-2　マグマ噴火卓越型火山のマグマ活動監視技術の高度化

令和7年度にテレメータ化への改装を行った二酸化硫黄カラム濃度計測装置及び通信･サーバ環境を用いて、令和8年度から阿蘇山での観測を開始する。そのための観測点設置および保守・点検を実施する。この観測によって得られたデータを用いて、リアルタイムの解析手法へ最適化された、二酸化硫黄拡散モデルを利用した定量法の開発を進めていく。テレメータ化に際して更新・交換された装置を用いて、令和6年度から軽量・小型化の現地収録型測器の開発に着手し、令和7年度に阿蘇山での試験観測の実施を予定している。令和8年度には、令和9年度に行う離島火山での試験観測の観測点選定を実施する。この小型化された測器はフェリー搭載での自動観測へ利用することを計画している。フェリー搭載及び自動観測を実施するための課題整理を進める。

3-1　気象衛星・レーダー等による噴火現象の解析

引き続き新規の噴火事例に対して、気象衛星ひまわりの観測データを用いた火山灰雲物理量（雲頂高度・粒子有効半径・カラム量）の1DVAR解析を行い、火山灰濃度予測に有効な初期値を作成する。また気象衛星ひまわりによる推定結果を比較・検証用データとして蓄積し、これを用いた解析手法の課題抽出と改良を行う。

噴火・噴煙に関する観測（気象衛星や気象レーダー、監視カメラ等による観測）と数値モデル（噴煙モデルや移流拡散モデル）を組み合わせることで、噴火現象を特徴づけるパラメータ（噴出率やマグマ温度など）を推定する手法について検討する。

3-2　火山灰濃度予測及び確率予測のモデル開発

JMA-ATMによる火山灰の濃度予測を再飛散過程にも適用できるように改良する。

NIKS-1Dを大規模噴火に適用して、その再現性と予測可能性や精度について評価・確認を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中村浩二（気象研究所火山研究部）, 鬼澤真也（気象研究所火山研究部第一研究室）, 新堀敏基（気象研究所火山研究部第二研究室）, 坂井孝行（気象研究所火山研究部第三研究室）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象研究所企画室
電話：
e-mail：ngmn11ts@mri-jma.go.jp
URL：http://www.mri-jma.go.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中村浩二
所属：気象研究所火山研究部

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_02

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）電磁気による火山活動評価の高度化に向けた調査
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山体浅部熱水系の状態変化に起因する熱磁気効果を背景として、地磁気観測は主に水蒸気噴火の発生予測に貢献することが期待されている。気象庁では、平成26年御嶽山噴火災害を契機に翌年から水蒸気噴火の前兆を早期に捉えるための新たな観測手法のひとつとして地磁気観測に着目するとともに、その他の多項目観測データの統合解析による火山活動評価手法の高度化に取り組んでいる。電磁気観測に基づく火山活動の監視および評価手法の高度化に係る技術開発に取り組むことにより、火山防災へ寄与することを目的とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

全磁力を用いた火山の熱源位置推定について、観測値を説明する最適な熱源位置の解を得るために、先験的情報を統合した逆推定を取り入れた熱源位置推定手法を開発する。伊豆大島の全磁力連続観測点について、火山活動監視に効果的な観測点配置の検討を本格的に進め、R8年度計画で機器更新あるいは新設の準備を進める。吾妻山における地磁気３成分繰返し観測の本格運用に向け、絶対観測・GNSS真方位観測の測定精度評価を継続するとともに、高湯参照点３成分変化観測の温度ドリフト低減を実現するための調査を継続する。全磁力観測に現れるDI効果による見掛け変化を補正するために、観測点及び参照点における偏角・伏角を現地で簡便に測定可能な偏角・伏角計の開発を引き続き推進する。リアルタイム火山活動監視へ寄与するために、気象庁地震火山部火山監視情報システムへリアルタイムDI補正した火山全磁力データ（雌阿寒岳・草津白根山・伊豆大島・本庁整備６火山）を地磁気観測所地磁気観測総合処理装置から自動伝送する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

草津白根山の観測調査では、６月以降の活発化において消磁の傾向を捉えたことから、気象庁と東京科学大学の全磁力連続データを統合した解析を行った。これにより、短期間の連続データからの熱消磁源モデリングを実現し、その推定位置が他の観測項目（地震・傾斜・ガス）とも整合的であることから、全磁力連続観測の活動評価の精度向上に対する有用性を示した。一方、試験運用を開始したシズカ山参照点（湯釜の南東約5km）については、山麓基準点とすることで従来より大幅なノイズ低減効果を与えられることを示し、新参照点としての本格運用に向けて前進した。更に、令和9年度に更新整備を控えている草津白根山の全磁力観測点については、火山活動監視に効果的な観測点配置の検討を進め、観測点候補地における観測環境の調査を行った　。

雌阿寒岳の観測調査では、9月の噴火に伴って全磁力連続観測の明瞭な急変化を捉え、火口浅部における熱活動の高まりを全磁力で捉えた観測および解析事例を蓄積した。

吾妻山地磁気３成分繰返し観測の本格運用に向けた調査では、絶対観測・GNSS真方位観測の測定精度評価を実施するとともに、高湯参照点３成分変化計収録装置の温度変化を低減させ温度ドリフト低減の効果を調査した。

データ解析手法開発においては、観測点数の少ない全磁力連続観測の時系列データを説明する熱消磁源の時間発展モデルを推定するため、先験的情報を統合したカルマンフィルタを用いた手法の開発を行い、雌阿寒岳および吾妻山における時系列データに適用した。その結果、火山活動の消長に合わせてエピソード的に推移する熱消磁源をイメージングできることを示した。また、吾妻山の熱源推移モデルに基づき、令和8年度に更新整備を控える連続観測点の配置の最適化を行った。

火山機動観測のための測器開発においては、観測点及び参照点における偏角・伏角を現地で簡便に測定可能な偏角・伏角計の試作器開発を終え、その性能調査を進めた 。

全磁力連続データ（雌阿寒岳・草津白根山・伊豆大島・本庁整備６火山）の自動補正および自動伝送においては、開発を終えた両システム（地磁気観測所地磁気観測総合処理装置・気象庁地震火山部火山監視情報システム）にて運用を開始し 、現業での活動監視および随時の活動評価に有用であることを確認した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

観測データをより高精度に解析するための手法の開発、より高精度な観測データを得るための観測設備、観測手法の調査や観測機器の開発、ノイズ除去を行った観測データの共有等を通じて、火山活動の評価における地磁気観測の有効性向上を図った。また、成果を火山防災の現業に実装するシステムと体制の構築を進めた。引き続き、火山活動監視の高度化に向けた開発を実施する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

笹岡雅宏・浅利晴紀・小田啓邦, 伊豆大島火山の全磁力変動に関する研究, 日本火山学会 2025 年度秋季大会, 2025年10月.

浅利晴紀・谷口秀隆・神田径, 2025年草津白根山活発化に伴う地磁気変化, 2025年度Conductivity Anomaly研究集会, 2026年3月

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

雌阿寒岳・草津白根山・伊豆大島の観測調査では、活発な火山活動を反映する連続観測データの蓄積と解析を引き続き進める。草津白根山のシズカ山参照点では、３成分変化観測の温度ドリフト低減を実現するための調査を継続する。

データ解析手法開発においては、カルマンフィルタを導入した火山の熱消磁源の時間モデリング推定手法の開発を継続し、雌阿寒岳・草津白根山の活動収束に至るまでの熱的状態の時間発展の推定を行う。また、更新整備を控える御嶽山・九重山・安達太良山にモデリングを適用し、観測点配置の最適化のための参考資料を与える。

吾妻山地磁気３成分繰返し観測の本格運用に向けた調査では、絶対観測・GNSS真方位観測の測定精度評価を継続する。

火山機動観測のための測器開発においては、簡便に測定可能な偏角・伏角計の開発を引き続き推進する。試作器を用いて野外での実践的な試験測定を行い、その操作性と、全磁力観測に現れるDI効果による見掛け変化を補正に対する有用性を調査する。

全磁力連続データの自動補正および自動伝送のシステム開発においては、火山活動監視の現業および活動評価における業務化を図る。そのために火山毎に自動補正のチューニングの最適化を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

地磁気観測所技術課, 観測課
他機関との共同研究の有無：有
市來雅啓（東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター）, 小山崇夫（東京大学 地震研究所 地震火山研究連携センター）, 神田径（東京科学大学 総合研究院 多元レジリエンス研究センター）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地磁気観測所総務課
電話：0299-43-1151
e-mail：kakioka@met.kishou.go.jp
URL：http://www.kakioka-jma.go.jp/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：浅利晴紀
所属：地磁気観測所技術課

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_03

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震動・津波即時予測の高度化に関する研究

（英文）Research on advancement of early warnings of ground motion and tsunami

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）

ア. 地震動の即時予測手法

イ. 津波の即時予測手法

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震動即時予測について、震源位置やマグニチュードによらずに行う震度予測手法の改善を進め、精度向上、迅速性・堅牢性を向上させる。そのため、新たな観測データを含めた揺れの分布（波動場）のリアルタイムモニタリング手法の検討を進め、さらに、震度だけでなく、より長周期の揺れを含めた広帯域の揺れの予測に対応する。

地震発生に伴う津波波源からの距離に応じて、波源近傍、波源からやや離れた地域、波源から遠い地域のそれぞれの予測対象について、津波即時予測の手法を効果的に改良する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

地震動(1)　揺れの分布（波動場）の予測手法の高度化

地震のリアルタイムの揺れの分布（波動場）を初期値とした波動伝播計算と地盤増幅特性の補正によって、震度のみならず広帯域の地震動の分布を正確かつ即時的に予測する手法を開発する。より猶予時間が長く、精度の高い地震動即時予測が可能となるよう、不均質な地震波減衰特性を波動伝播計算に取り込む技術開発を行う。

地震動(2)　揺れの分布（波動場）のリアルタイムモニタリング手法の高度化

地震動(1)を達成するため、周波数依存性を持つ地盤増幅特性の推定とそのリアルタイム補正、観測点での地震波形の時系列の特徴に基づいた地震波伝播の推定等により、幅広い帯域における地震動の分布とその伝播の様子を即時的に把握する技術開発を行う。

津波(1)　波源近傍の津波予測

地震発生に伴う津波発生場の性質の把握を通じて事前津波予測データベースの改善点を見出し、発生直後で津波の観測値がほとんど得られない段階で予測する必要がある波源近傍の即時予測手法を改良する。

津波(2)　波源からやや離れた地域の津波予測

地震発生から津波到達までの間に沖合で観測されるデータの活用技術を高め、津波波源からやや離れていて発生から到達までの時間がやや長い地域での津波の即時予測手法を改良する。

津波(3)　波源から遠い地域の津波予測

津波伝播計算において、非線形性を表現する計算手法の改良を進めるとともに、計算結果の品質を診断する手法の開発を行い、地震発生に伴う津波波源から遠い地域の津波の予測手法を改良する。

また、津波伝播計算手法の改良成果によって、津波予測データベース及び沖合で観測されるデータを活用した即時予測手法における波源近傍等の簡便な沿岸波高の予測手法と、津波の時間的推移の予測手法の改良も図る。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度について計画通り実施した。

S波より早く到達するP波を利用する仕組みをPLUM法に組み込んでPLUM法の迅速性を向上させる研究について、昨年度に開発した手法を気象庁の各観測点で観測された波形に適用し、観測点ごとに異なる予測用加算値を用いることでS波相当の震度の妥当な予測値を得ることができることを確認した。

昨年度までに開発した速度型地震計用フィルタを用いてHi-netの観測波形からリアルタイム震度が得られることを確認し、またHi-netの速度計の計測限界を一時的に超えた観測波形の事例を確認した。一時的に超えただけの場合は波形が異常であることを識別し難いが、併設のKiK-net加速度計の波形へ既存のフィルタを適用しアンチエイリアシングフィルタに伴うとみられるわずかな時刻ずれを補正して波形比較を行うことにより識別可能なことを確認した。

PLUM法的な長周期地震動階級即時予測手法の開発のため、波動伝播を満足しモニタリングも可能な帯域フィルタ適用後の波形から、長周期地震動階級予測に必要な振幅を近似的に得る手法を開発し、一定水準の精度で近似値が得られることを確認した。

強震動即時予測の精度向上に有用な減衰・散乱・速度構造などの地下構造推定について、西南日本の内部減衰・散乱パラメータの不均質分布を推定し国際学会で発表した。

2016年の福島県沖の地震津波について、波源推定に一般的に用いられる沿岸の津波波形の線形逆解析では、非線形性の寄与と観測点方位分布の不十分さにより、推定される波源の精度が低下することを示した。また、精度低下を低減する簡便な手法を提案し、実際の観測波形への適用により有効性を実証した。

2016年の福島県沖の地震津波について、逆解析で求めた高精度な津波波源を用いて長時間の津波伝播数値計算をした結果、日本の沿岸海域の観測点での津波減衰過程を含む地震後15時間にわたる二乗平均平方根振幅の時間変化も概ね再現された。

2024年1月1日の能登半島地震について、富山湾沿岸に注目して実施した津波現地調査の詳細な測定データを整理し、報告書として公表した。

2024年1月1日の能登半島地震による津波を捉えた映像に汎用セグメンテーション基盤モデルSAM2を適用したところ、人間による読み取りと同程度の精度・決定率で画像から津波時系列波形を抽出できた。

2025年7月30日のカムチャツカ半島付近の巨大地震では、地震発生48時間後に日本の太平洋の沖合・沿岸でそれまでの減衰傾向とは異なる顕著な振幅の水位変化が観測された。津波数値解析を行った結果，この顕著な水位変化は、1952年に同地域で起きた巨大地震と同様に、南米沿岸で反射した大洋横断反射波で説明できることを明らかにした。

2025年7月30日のカムチャツカ半島付近の巨大地震に伴う津波について、S-net海底圧力計の記録に対してアレイ解析を適用し、津波の面的な可視化を通じてその伝播特性を調査した。伝播方位の分布および合成した津波との比較から、東北地方沿岸で観測された後続波に特徴的な短周期成分は、カムチャツカ半島での反射波及び天皇海山列北部における散乱波で構成され、千島海溝に捕捉されて伝播してきたものと考えられる。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

気象庁の緊急地震速報や津波警報等の情報の予測精度や迅速性の向上に資する成果に進展があり、これら情報の高度化を通じて災害の軽減に貢献していく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

南雅晃・対馬弘晃・林豊・中田健嗣, 2025, 2024年能登半島地震に伴う津波の現地調査報告, 気象研究所技術報告, 88, 1-64, doi:10.11483/mritechrepo.88., 査読無, 謝辞無

Tsushima, H., Y. Hayashi, and T. Yamamoto, 2025, In-Depth Evaluation of Inversion of Coastal Tsunami Waveforms Utilizing Tsunami Source Constrained by Offshore Tsunami Waveforms from a Wide, Dense Observation Network: Application to the 2016 Mw 6.9 Off-Fukushima Earthquake, Japan. Earth and Space Science, 12, e2024EA004043, doi:10.1029/2024EA004043., 査読有, 謝辞無

Wang, Y., K. Imai, Y. Hayashi, M. Yamada, and S. Kusumoto, 2025, Tsunami wave characteristics of the 2024 and 2025 Hyuganada earthquakes. Geoscience Letters, 12, 40, doi:10.1186/s40562-025-00416-3., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Hayashi, Y., T. Sasabe, H. Tsushima, M. Minami, Y. Sasaki, S. Adachi, K. Iwamoto, 2025, Summary of observations and warnings on the 2024 Noto Peninsula earthquake tsunami, and near future research responses, International Tsunami Symposium 2025, 3. Instrumentation and observation network (4)

干場 充之, 2025, 波形異常の即時検出：速度計と加速度計出力の比較による地震動即時予測での品質管理向上をめざして, 日本地震工学会・大会－2025, D-5-5

干場 充之, 2025, 最大振幅とP波出現時に含意するもの：加速度計波形と速度計波形の同地 点観測の比較から, JpGU meeting 2025, SCG63-P02

干場 充之, 2026, 速度計と加速度計出力の比較による波形異常の即時検出, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用」, 15

Kodera, Y., 2025, P-wave-based earthquake early warning without P-wave detection: continuous monitoring of the UD-component seismic intensity, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, S01p-088

小寺祐貴, 2025, よりロバストなP波PLUM法の検討：上下動リアルタイム震度の常時モニタリング, JpGU meeting 2025, SCG63-P04

小寺祐貴, 2026, 後続破壊のP波を用いた地震動即時予測の迅速化の検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用」, 6

南雅晃・対馬弘晃・林豊, 2025, Segment Anything Model 2を用いた2024年能登半島地震津波のカメラ 映像からの津波時系列データ自動抽出, 日本地震学会2025年度秋季大会, S17-03

西宮隆仁, 2025, 長周期地震動階級の揺れから揺れ予測の手法の検討, 日本地震学会2025年度秋季大会, P15-11

西宮隆仁, 2026, PLUM法的な長周期地震動階級即時予測に向けて～フィルタ処理後の波動伝播の確認～, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用」, 8

Ogiso, M., 2025, Estimation of seismic attenuation and scattering structures from the shape of seismogram envelopes: method and application in southwestern Japan, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, S03a (3)

小木曽仁・対馬弘晃, 2025, Wave gradiometryを用いた2025年カムチャツカ半島地震に伴う津波の伝播特性解析, 日本地震学会2025年度秋季大会, S25-02

小木曽仁・対馬弘晃, 2025, Wave gradiometryによる2025年カムチャツカ半島地震に伴う津波の伝播

特性解析, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「超高密度多点地震観測と波動研究による日本列島解像論」, S25-07

Tsushima, H., 2025, Utilization of Japanese cable networks for tsunami forecasting, including tFISH, 9th Joint ICG/PTWS-IUGG/JTC Workshop, 3f

Tsushima, H., 2025, Utilization of tsunami research results in tsunami early warning, Joint Workshop of the ERI-DPRI Tsunami Research Group 2025

Tsushima, H., T. Kubota, and T. Saito, 2025, Real-time tsunami source inversion using ocean-bottom pressure records within the source region: incorporating tsunami, seafloor deformation and long-period seismic wave, International Tsunami Symposium 2025, 8. Advanced Techniques (4)

対馬弘晃・山本剛靖, 2025, 1952年と2025年のカムチャツカ地震津波で観測された大洋横断反射波, 日本地震学会2025年度秋季大会, S25-03

Tsushima, H. and T. Yamamoto, 2025, Trans-oceanic propagation of tsunami reflection wave from the 1952 and 2025 Kamchatka earthquakes and its implications for real-time forecasting of tsunami later waves, International Tsunami Symposium 2025, 16. Kamchatka Tsunami and South Alaska landslide Tsunami

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

即時予測のための機械学習やアレイ解析手法の適用による揺れの特徴をとらえたリアルタイムモニタリング手法、不均質な地下構造の推定とそれらの即時予測への反映方法、合わせてそれらが広帯域な揺れに適用可能かの調査等を通じてPLUM法的な長周期地震動予測の実現可能性、について引き続き検討 を進める。
発生状況について得られる情報がごく限られる発生直後で段階において、津波波源分布の推定の不確定性が沿岸での津波の予測に及ぼす影響について検討する。
沖合の観測データを逐次的に活用して津波波源分布や波動場を推定する手法の課題について検討する。

津波数値計算における非線形性の表現を向上させるための計算手法の課題を、日本海で発生する津波を重点的に検討する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象研究所地震津波研究部
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象研究所企画室
電話：
e-mail：ngmn11ts@mri-jma.go.jp
URL：https://www.mri-jma.go.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：西宮隆仁
所属：気象研究所地震津波研究部

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_04

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究
（英文）Studies on advancing the monitoring seismic activities and crustal movements

（3）関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

発生した地震の地震像を即時把握するデータ処理技術を改良する。
南海トラフ沿いをはじめとするプレート境界における固着状況変化の把握精度を向上し、地震発生シナリオを構築する。
地殻内のひずみ速度と地震活動との関係性を明らかにする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

地震の震源決定について、機械学習を利用した地震波形の識別能力向上等により自動震源の震源精度を向上させる。南海トラフ域の超低周波地震の検出手法の開発を進めるとともに、浅部低周波微動の検出精度を高める。さらに他の海域を監視対象とするための技術開発を進める。近地地震波形を用いた即時震源過程解析手法の改良を進める。

南海トラフ沿いのプレート境界でのすべり分布の時間変化をモニタリングする手法を開発する。測地データに基づく地殻内のひずみ速度の推定などにより、地殻変動と地震活動との関係などを考察する。統計モデルによる地震活動の異常度の評価手法を改良する。地震発生モデルでより小規模なスロースリップの再現に向けモデルの改善を図る。応力蓄積に基づくプレート境界地震の地震シナリオを構築する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
・地震観測波形をP相・S相・ノイズに分類するPhaseNetを拡張して低周波地震のP相・S相も加えた5値に分類する深層学習モデル(PhaseNet5)を考案し、従来よりも多くの低周波地震の震源決定を可能にした。また、低周波地震らしさの指標を考案した。
・従来の自動震源決定手法であるPF法に深層学習を活用する手法の実機評価を開始した。島しょ部や日本海側等で多くみられた誤決定が大幅に低減したが、新たに海底地震計観測網が整備された海域では見逃しが増えたため手法の改修を行って改善した。
・震源直上に観測網がない場合を念頭に震源深さ等を推定する深層学習モデルを検討し、概ね予測で

きているが深さ推定が20 km以上外れる場合があるなどの課題を見いだした。
・稠密観測網を複数のアレイに分割し、アレイ解析によって得られた地震波の伝播方向を用いて常時震央を推定するプログラムを開発し、硫黄島噴火に伴う長周期震動や紀伊半島沖、日向灘南部、琉球海溝で発生する超低周波地震などの現象の震央を即時的に推定できることを確認した。
・四国沖から紀伊半島沖の超低周波地震のMF法による検出において、日向灘で発生した超低周波地震を誤って検出する事例が見られたため、機械学習を用いた発生領域判定手法を検討した結果、誤検出の低減に一定の効果があることを確認した。
・近地地震波形を用いた震源過程解析の迅速化を図り、パラメータの自動設定と処理の並列化により、解析を始めてから5分以内に処理が終わる手法を構築した。また、近地地震波形を用いた震源過程解析が安定的に実施できるよう、バックプロジェクションを取り入れた手法について検討し、従来手法よりも安定的に解が求まる場合があることを確認した。
・深層学習モデルを用いた低周波地震と通常地震の判別手法を2025年2月頃からの山口県北部の地震活動に適用し、従来の解析では判別できなかった低周波地震を検出し、低周波地震および通常地震の時空間分布が流体流動や流体圧の分布を反映している可能性を示した。
・山口県北部の地震活動については地震の最大規模が小さいため、S波初動を併用した発震機構解の推定手法を用いることにより、P波初動で求められたものと整合的な解をより安定して求めることができた。発震機構にバラつきがみられることから、既存弱面に対するすべりはその面内においてせん断応力が最大となる方向に生じるとしたWallace Bott仮説に基づき、観測されているP波初動極性を説明しうる起震応力場の推定を試み、活動の前半と後半で起震応力場の時空間変化がある可能性を示した。
・奈良県とその周辺の群発地震活動について調査を行い、拡散的な震源移動や背景地震活動度の時間変化から、スラブから脱水した流体の関与の可能性を推定した。
・南海トラフ沿いの地震発生シミュレーションモデルについて、aging lawにカットオフ時間を導入したすべり速度・状態依存摩擦則、深さに応じた摩擦パラメータを用いたシミュレーションを行った。シミュレーションによって再現した、長期的スロースリップの日向灘から四国西部へかけての移動速度や、四国～紀伊水道の地域で1～6か月間隔、伊勢湾付近で3～12ヵ月間隔で発生する短期的スロースリップは、観測結果と整合的であった。
・GNSSデータを用いた南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知について、2024年8月および2025年1月に発生した日向灘の地震の余効変動除去パラメータを再推定することにより、2024年8月以降日向灘から豊後水道にかけて広い範囲で検出されていた非定常変位の範囲を見直し、余効変動に隠れて新たなスロースリップが発生していないことを確認した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

気象研究所, 2025, 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化, 地震予知連絡会会報, 114, 21-25, 査読無, 謝辞無

気象研究所, 2025, 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知, 地震予知連絡会会報, 114, 292-294, 査読無, 謝辞無

気象研究所, 2025, 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測, 地震予知連絡会会報, 114, 326-329, 査読無, 謝辞無

田中昌之, 2025, 中規模繰り返し相似地震の発生状況と発生確率（2025), 地震予知連絡会会報, 114, 476-481, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

弘瀬冬樹,2025,南海トラフ沿いプレート間のすべり現象の再現：深部短期的スロースリップイベント, 日本地球惑星科学連合2025年大会

弘瀬冬樹, 中村雅基, 2025, 流体の貫入と拡散を示唆する背景地震活動度の時間変化と震源移動：奈良県とその周辺における群発地震活動, 日本地震学会2025年度秋季大会

中田健嗣, 山本剛靖, 2025, 自動化を目指した近地データを使用した震源過程解析, 日本地球惑星科学連合2025年大会

直井誠，溜渕功史，下條賢梧, 2025, 20年分の気象庁一元化カタログを用いた深層学習走時検測モデルの開発, 日本地震学会2025年度秋季大会

小木曽仁, 2025, 定常観測網のアレイ解析を使用した常時震央モニタリングシステムの開発, 日本地球惑星科学連合2025年大会

小木曽仁, 2025, 稠密観測網のアレイ解析による常時震央モニタリングシステムの開発, 日本地震学会2025年度秋季大会

小木曽仁, 2026, 複数のアレイ解析を用いたリアルタイム震央モニタリングシステムの開発, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用」

下條賢梧, 2025, 通常地震と低周波地震の位相の分類に基づく気象庁一元化地震カタログの改善検討, 日本地球惑星科学連合2025年大会

下條賢梧, 2025, 低周波地震の区分を考慮したPhaseNetモデルによる山口県北部の群発地震活動の評価,日本地震学会2025年度秋季大会

吉本昌弘，吉田康宏，下條賢梧，溜渕功史，岩切一宏, 2025, 気象庁におけるP波初動発震機構解析及びCMT解析の改良の取り組み, 日本地球惑星科学連合2025年大会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地殻変動：ひずみ計観測
概要：石井式三成分ひずみ計の常時観測を行った
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：福井敦賀市山泉 35.6178 136.0700
調査・観測期間：昨年度より継続-次年度も継続予定
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web）
https://crust-db.sci.hokudai.ac.jp/db/login.php

（10）令和８年度実施計画の概要：

南海トラフ域での浅部超低周波地震の検出手法を開発する。近地地震波形を用いた南海トラフプレート境界に震源域を固定する震源過程解析手法による解の決定精度評価手法を開発する。他の地域へ適用できるよう迅速性と汎用性を両立する震源過程解析手法の開発に着手する。
スロースリップ検出手法の高度化を行い、監視ツールを日本海溝・千島海溝に適用するための改良を進める。変動源推定手法について、手法の信頼性評価の研究を進める。地震発生シミュレーション技術の改良を行う。地殻内現象と地震活動の関係について事例解析を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象研究所地震津波研究部
他機関との共同研究の有無：有
東京大学, 東海大学, 防災科学技術研究所

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象研究所企画室
電話：
e-mail：ngmn11ts@mri-jma.go.jp

URL：http://www.mri-jma.go.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：露木貴裕
所属：気象研究所地震津波研究部

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_05

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震観測、地殻変動観測
（英文）Earthquake observation, Crustal deformation observation

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤の維持、関係機関の地震観測データの一元的処理結果の関係機関への提供を継続する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

津波警報や地震情報等を適切に発表するため全国に展開している地震計及び震度計、東海地域を中心に展開しているひずみ計などの観測を継続するとともに、文部科学省と協力して、大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構など関係機関の地震観測データを合わせて一元的に処理し、その結果を大学、関係機関に提供することにより、研究の推進に資する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤を維持し、関係機関の地震観測データの一元的処理結果の関係機関への提供を行った。

顕著な地震活動や地殻変動観測結果について、定期・臨時に情報発表・記者会見等を行うとともに、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会や地震調査委員会において報告を行った。

震源データを日々、更新するとともに、2023年12月までの精査後の震源データ（確定値）を公開した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤の維持、関係機関の地震観測データの一元的処理結果の関係機関への提供を継続して実施するとともに、顕著な地震活動や地殻変動観測結果について、定期・臨時に情報発表・記者会見等を行い、発生した顕著な地震活動に対する初動防災対応に貢献した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

気象庁, 地震・火山月報（防災編）, 査読無, 謝辞無

気象庁, 地震月報（カタログ編）, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤の維持、関係機関の地震観測データの一元的処理結果の関係機関への提供を継続する。

顕著な地震活動や地殻変動観測結果について、定期・臨時に情報発表・記者会見等を行うとともに、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会や地震調査委員会において報告を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁地震火山部, 気象庁大阪管区気象台地震火山課

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象庁地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900 ex.5114
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp/jma/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：清本真司
所属：気象庁地震火山部管理課

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_06

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）潮位観測
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

潮位の連続観測を継続して実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

潮位データの伝送を高度化して、障害による欠測を減少させる。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
潮位の連続観測を継続して実施した。
約1/3の地点の観測装置を更新し、経年劣化による欠測のリスクを減らした。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
平時及び災害時に、状況を把握するための資料として活用されており、今後も必要な観測である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

約1/3の地点の観測装置を更新し、経年劣化による欠測のリスクを減少させる。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁大気海洋部環境・海洋気象課,地震火山部
他機関との共同研究の有無：有

国土交通省（水管理・国土保全局、港湾局）,国土地理院,海上保安庁と連携した潮位データの一元化

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地震火山部管理課　地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900
e-mail：johokan@eqvol2.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石崎 士郎
所属：気象庁大気海洋部環境・海洋気象課

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_07

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地磁気精密観測
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（5）本課題の５か年の到達目標：

地球電磁気学的観測による地殻活動及び火山活動の研究に資するため、精密な地磁気データを継続して提供する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

気象庁地磁気観測所では、日本中央部、北日本、南西日本、日本南方の地磁気基準点である柿岡、女満別、鹿屋、父島の４観測点において、数十年～100年スケールにわたり安定した地磁気観測を実施している。引き続き、高精度で安定した磁場データをリアルタイムで提供するとともに、精査・較正した地磁気観測成果を地磁気観測所データベースで公開し、定常観測点のデータを国際的なデータセンターに提供する。

また、印画紙に記録された柿岡、女満別、鹿屋の地磁気アナログデータの高時間分解能デジタルデータへの変換を継続して実施し、過去に遡ってのデータ解析を可能とする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

柿岡、女満別、鹿屋及び父島での地磁気４成分観測を実施し、陸域、海域での磁気測量をはじめ、大学等による電磁気的観測研究あるいは幾つか提案されている日本域における標準的な全磁力磁場モデルの算出方法の検証・改良を進めるために、高精度の地磁気基準値を提供した。

火山活動起源のシグナルを抽出するために用いられる「参照データとの差を求めて局所的な磁場変動だけを取り出す」という手法に加え、地域によって変化の大きさ、傾向が異なることに対処する上で必要となる地域毎の基準値の観測精度を維持するため、地磁気観測点への車両や建築物等による人工的な磁気擾乱の監視観測を維持し、異常値の検出・補正処理を施した。

地磁気活動の月別概況、Ｋ指数、地磁気現象、及び確定値等の観測資料を地磁気観測所ホームページ上で毎月公表している。これらのデータの引用・追跡を容易にするため、DOI（Digital Object Identifier）を付与しており、以下の地磁気観測所ホームページで確認することができる。

[URL] https://www.kakioka-jma.go.jp/info/kmo_datadoi.html

また、計画に基づき、定常観測点の４地点（柿岡、女満別、鹿屋、父島）に、調査観測点の祓川を加えた５観測点における地磁気４成分連続観測データを、月毎に地磁気観測所データベースに登録、公開するとともに、定常観測点のデータを国際的なデータセンターに提供した。

今年度の地磁気アナログ記録のデジタルデータ化は、女満別（1959年）、鹿屋（1959～1960年）の地磁気アナログ記録をデジタル画像化したほか、女満別・鹿屋（1965年）のデジタル画像を高時間分解能のデジタルデータへ変換した。さらに、柿岡（1959年）のデジタル画像のうち、過去の作業では困難だった顕著現象発生期間についても、デジタルデータへ変換した。これらのデータについて、年度内にデータベースに登録・公開予定である。

加えて、地理座標に対する地磁気方位を精密に決定するために必要となる真北方位の測定手法について導入調査を行った。従来用いられてきた天測（北極星視準法）に代わる手法として GNSS を用いた測定試験を実施し、その観測精度を評価するとともに、人的資源の限られる無人観測所（女満別・鹿屋）における有効性を検討した。その結果、将来的にデータ精度を維持しつつ観測の省力化を図れる可能性も示唆された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

長期的に安定した高精度の地磁気観測を継続することで、火山活動に伴う地磁気変化を解析するための基準データを提供することができた。また、近年、本研究課題のデータは津波に伴う地磁気変動の研究にも使われており、地球科学・防災の研究基盤データとしての重要性は高まっている。今後も安定性と精度を維持した観測を継続する。

また、地磁気観測データのデータベースへの登録、公開、国際的なデータセンターへの提供、および地磁気アナログデータの高時間分解能デジタルデータへの変換を継続した。地殻活動・火山活動を的確に検出するため、今後も継続する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Matsushita, H., Matsuura, D., Iizuka, F., Oogi, J., and Asari, S., 2026, The azimuth observation by Global Navigation Satellite Systems as an alternative to astronomical method: a case study at Kakioka, Geosci. Instrum. Method. Data Syst., 15, 7–15, https://doi.org/10.5194/gi-15-7-2026., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

櫻井友己, 2025, 地磁気現象概況報告　-2025年2月～10月-, 令和7年度第1回STE（太陽地球環境）現象報告会

飯塚ふうな, 2026, 地磁気現象概況報告　-2026年11月～2026年2月-, 令和7年度第2回STE（太陽地球環境）現象報告会

浅利晴紀, 長町信吾, 森永健司, 2025, 気象庁地磁気観測所におけるデータ利活用の現状と課題, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2025年秋季年会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

引き続き、柿岡、女満別、鹿屋、父島の4観測点において、高精度で安定した磁場データをリアルタイムで提供するとともに、精査・較正した地磁気観測成果を地磁気観測所データベースで公開し、定常観測点のデータを国際的なデータセンターに提供する。

また、印画紙に記録された柿岡、女満別、鹿屋の地磁気アナログデータの高時間分解能デジタルデータへの変換を継続して実施し、過去に遡ってのデータ解析を可能とする。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

北山拓（気象庁地磁気観測所観測課）, 山際龍太郎（気象庁地磁気観測所観測課）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象庁地磁気観測所総務課
電話：0299-43-1151
e-mail：kakioka@met.kishou.go.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：北山拓
所属：気象庁地磁気観測所観測課

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_08

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山観測の強化とデータ収集・蓄積・共有の推進
（英文）Enhancement of the volcano observation and promotion of data collection, accumulation and sharing.

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備

（4）その他関連する建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（5）本課題の５か年の到達目標：

関係機関の協力の下、常時観測火山（50火山）の連続的な監視観測を継続する。それ以外の活火山も含め、連続観測及び機動観測で可能な限りデータを蓄積し、これらの成果は、噴火警報等の火山防災情報発表や火山活動解説資料等の作成に活用するとともに、火山月報（カタログ編）やJVDN等で公表する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

常時観測火山（50火山）について、全国４か所の火山監視・警報センターにおいて、地震計、空振計、GNSS、監視カメラ等により、連続的な監視観測を行うほか、火山観測施設の計画的な更新を継続する。それ以外の活火山も含め、全国４か所の火山監視・警報センターの火山機動観測班が、計画的に実施する地震観測、GNSS繰り返し観測、熱観測、火山ガス観測等の機動観測により得られたデータを解析し、蓄積する。また、火山活動に異常が認められた場合には、火山機動観測班が緊急的に実施する機動観測によりデータを収集・解析し、蓄積する。

各種観測で得られた成果は、噴火警報等の火山防災情報や火山活動解説資料等の防災資料のほか、気象庁HPの火山月報（カタログ編）、防災科学技術研究所のJVDN等を通じて広く公表する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

１）連続的な観測

全国４か所の火山監視・警報センター（以下、火山センター）において、常時観測火山（50火山）に対して、地震計、空振計、GNSS、監視カメラ等により、連続的な監視観測を継続した。中之島の常時観測火山としての運用開始にむけて、観測体制構築のための火山観測施設整備を進めた。

２）現地調査、機動観測等

各火山センターにおいて、常時観測火山以外の活火山も含め、GNSS繰り返し観測、熱赤外観測等の他、関係機関の協力を得て航空機により上空からの熱赤外観測等の観測を計画的に実施したほか、二酸化硫黄ガスの放出が継続している火山については、小型紫外線スペクトロメータによる火山ガス放出量の観測を随時実施した。また、無人航空機（ドローン）を用いた上空からの可視・熱赤外観測を、雌阿寒岳、岩手山、焼岳、薩摩硫黄島で実施した。

３）観測成果の収集・蓄積・共有

各火山センターによる連続観測及び機動観測により得られた各観測データの収集、蓄積を進め、解析により得られた成果は、噴火警報等の火山防災情報の発表、火山活動解説資料等の防災資料の公表に活用したほか、気象庁ホームページ上でのほぼリアルタイムな掲載、火山月報（カタログ編）、及び防災科学技術研究所のＪＶＤＮ等を通じて広く公表した。また、火山調査研究推進本部火山調査委員会における火山活動評価に資するための提供を行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

気象庁地震火山部,2025,地震火山月報（防災編）2025年3月号～11月号, 査読無, 謝辞無

気象庁地震火山部,2026,地震火山月報（防災編）2025年12月号～2026年2月号（予定）, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

１）連続的な観測の継続

常時観測火山（50火山）について、全国４か所の火山監視・警報センター（以下、火山センター）において、地震計、空振計、GNSS、監視カメラ等により、連続的な監視観測を継続する。また、火山観測施設の計画的な更新を進めるほか、中之島の常時観測火山としての運用開始にむけて、観測体制構築のための火山観測施設整備を進める。

２）現地調査、機動観測等

GNSS繰り返し観測、熱観測、火山ガス観測の他、無人航空機（ドローン）及び関係機関の協力による航空機を使用した上空からの可視・熱赤外観測を実施して火山活動の状況を確認、把握する。また、新たに職員による無人航空機（ドローン）を使用した観測の運用を開始する。

３）観測成果の蓄積・共有の推進

各火山センターによる連続観測及び機動観測により得られたデータの収集、蓄積を進め、得られた成果を、噴火警報等の火山防災情報の発表、火山活動解説資料等の防災資料の公表に活用するほか、気象庁ホームページでの掲載、火山月報（カタログ編）、及び防災科学技術研究所のＪＶＤＮ等を通じて広く公表する。更に火山調査研究推進本部火山調査委員会における火山活動評価に資するための提供を継続する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁地震火山部火山監視・警報センター, 札幌管区気象台火山監視・警報センター, 仙台管区気象台火山監視・警報センター, 福岡管区気象台火山監視・警報センター

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象庁地震火山部管理課　地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900(内線：5114)
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：http://www.jma.go.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：瀧沢 倫明
所属：気象庁地震火山部火山監視課

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_09

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）全国地震カタログの作成
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

○気象庁、大学、関係機関のデータにより震源決定等の解析を行い全国地震カタログを作成する。定常的な発震機構解析（初動発震機構解、CMT解）及び大地震時の震源過程解析を実施し、それら成果の関係機関等への提供及び一般への公開を実施する。
○新たな海域観測網の地震波形データを一元化処理へ取り込み、地震波形の分析や震源決定等の改善を進める。
○大学等の検測値を取り込んで過去にさかのぼった震源決定を行い、地震カタログの過去震源の改訂作業を実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

○各年度において、地震カタログ（震源、発震機構）の作成及び震源過程解析を実施し、関係機関等への提供及び一般への公開を実施する。
○新たに整備された海域観測網の地震波形データの一元化処理への活用をすすめる。
○過去震源の改訂については、1976年7月から1982年12月の期間について大学等の検測値を取り込んだ震源再計算を行い、適宜地震カタログに反映する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

地震カタログ（震源、発震機構解）を令和5年4月から12月まで作成し、地震月報（カタログ編）として気象庁ホームページに公開した。南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）を一元化処理に取り込むため、速度構造、観測点補正値、速度マグニチュード推定のための設置条件補正項の検討を行った。精度の良いモーメントマグニチュード（Mw）や発震機構を迅速に把握するため、機械学習を活用した初動極性判別手法及びCMT解析の速度構造モデルの改良に取り組んだ。

震源過程解析については、令和7年1月13日に日向灘で発生したMw6.7の地震を含む国内外の地震を対象に解析を行い、断層すべり分布等の解析結果を気象庁ホームページに公開した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

地震カタログの作成、公開を継続するとともに、新たに整備された海域観測網の活用に向けた調査を進めた。地震活動を迅速に把握するため、自動震源の更なるカタログ作成への活用の検討及び先端AIを活用した技術開発を進めた。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

地震月報（カタログ編）, 査読無, 謝辞無

国内で発生した顕著な地震の震源過程解析結果, 査読無, 謝辞無

海外で発生した顕著な地震の解析結果, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

溜渕功史・秋山加奈・岩切一宏, 2025, 南海トラフ海底地震津波観測網を活用した日向灘から四国沖の地震，浅部微動解析, JpGU2025, SSS12-P13

廣田伸之・岩切一宏・溜渕功史・吉本昌弘, 2025, 2024年8月及び2025年1月に日向灘で発生した地震の震源過程解析, JpGU2025, SSS12-P14

吉本昌弘・吉田康宏・下條賢梧・溜渕功史・岩切一宏, 2025, 気象庁におけるP波初動発震機構解析及びCMT解析の改良の取り組み, JpGU2025, SSS12-P16

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

引き続き、地震カタログ（震源、発震機構）の作成及び震源過程解析を実施し、関係機関等への提供及び一般への公開を実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁地震火山部地震火山技術・調査課
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象庁地震火山部管理課地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900（内線：5114）
e-mail：johokan@eqvol2.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：溜渕功史
所属：気象庁地震火山部地震火山技術・調査課

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_10

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）噴火警報に資する火山活動の評価
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(2) 推進体制の整備

（4）その他関連する建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）本課題の５か年の到達目標：

防災関係機関の防災活動に資するため、火山活動を評価し、適時適切な噴火警報を発表する。また、より的確な噴火警戒レベルの運用を行うため、新たな知見等を踏まえたレベル判定基準の見直しを進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

防災関係機関の防災活動に資するため、火山活動に高まりがみられた場合には、適切に噴火警報を発表する。また、火山活動の状況について、気象庁の火山情報で発表する等により社会に分かりやすく発信するとともに、各地の火山防災協議会にも提供して防災・減災活動を支援する。

また、より的確な噴火警戒レベルを運用するため、最新の観測研究成果等に基づき、レベル判定基準の見直しを進める。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

雌阿寒岳、吾妻山、焼岳、霧島山（新燃岳）の噴火警戒レベルの判定基準について、最新の活動事例も含めて整理・検討し判定基準の見直しを行った。また、火山情報アドバイザリー会議について、霧島山（新燃岳）の噴火活動を対象として「臨時会」を開催した。また、定例会において、今年度発表した噴火警報について事後検証を行う予定。

以下のとおり、噴火警報・噴火予報を新たに発表したほか、適宜、火山の状況に関する解説情報で火山活動の状況を発表した。

雌阿寒岳、令和7年9月15日、火口周辺警報（レベル２に引上げ）
草津白根山（白根山（湯釜付近））、令和7年8月4日、火口周辺警報（レベル２に引上げ）
焼岳、令和7年4月18日、噴火予報（レベル１に引下げ）
令和8年1月25日、火口周辺警報（レベル２に引上げ）
御嶽山、令和7年5月20日、噴火予報（レベル１に引下げ）
三宅島、令和7年6月17日、火口周辺警報（レベル２に引上げ）

令和7年7月18日、噴火予報（レベル１に引下げ）
阿蘇山、令和7年7月4日、火口周辺警報（レベル２に引上げ）
令和7年7月25日、噴火予報（レベル１に引下げ）
新燃岳、令和7年4月2日、火口周辺警報（レベル３を切替）
令和7年5月27日、火口周辺警報（レベル２に引下げ）
令和7年6月23日、火口周辺警報（レベル３に引上げ）
令和7年10月17日、火口周辺警報（レベル２に引下げ）
口永良部島、令和7年4月16日、火口周辺警報（レベル２に引上げ）
令和7年6月11日、火口周辺警報（レベル３に引上げ）
令和7年9月5日、火口周辺警報（レベル２に引下げ）
令和7年9月19日、噴火予報（レベル１に引下げ）

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

噴火警戒レベルを運用する全ての火山で、令和３年度(2021年度)までに判定基準の精査作業が完了し、その後も火山活動評価の高度化として判定基準やその解説の改定作業が進められた。これまでの取組では、各火山の過去事例の調査結果等を踏まえた個別火山の基準への適用・改善が主であったが、判定基準全体において他火山に共通で適用できる知見や基準設定の考え方等について整理するなど、次年度以降進める判定基準の改善について、取組の方向性をまとめる。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁地震火山部火山監視課
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象庁地震火山部管理課　地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900(内線：5114)
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：http://www.jma.go.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：碓井勇二
所属：気象庁地震火山部火山監視課

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_11

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（4）その他関連する建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

津波警報、緊急地震速報、長周期地震動に関する情報、南海トラフ地震に関連する情報、北海道・三陸沖後発地震注意情報、噴火警報、降灰予報などの防災情報の改善のための検討で得られた知見や成果を共有する。これにより、関連の研究の推進に資する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

気象庁の発表する防災情報の改善や高度化に係る知見・成果を、地震・津波・火山防災情報として発表するほか、各種情報の検討会や火山噴火予知連絡会等を通じて公表する。また、これらの情報や検討内容については、大学等関係機関や防災関係機関に広く共有する。
アンケートを実施するなどして、社会の受けとめかたを調査し、その結果を基にして情報内容の改善を図る。また、火山防災協議会などを通じ情報の普及・啓発を図る。
国際共同研究・国際協力については国際地震センター、米国地質調査所、包括的核実験禁止条約機構、米国大学間地震学研究連合（IRIS）及び近隣国との地震観測データの交換などの組織的な連携・協力を通じて、また、航空路火山灰情報センター及び北西太平洋津波情報センターの国際協力業務や開発途上国における地震・火山の観測や津波警報の発表などの体制整備に必要な技術的な支援を通じて、国際的な研究活動の進展に寄与する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
関係機関と連携し、気象庁の発表する防災情報の改善や高度化に係る知見・成果を共有した。

今年度新たに実施した主な内容や情報内容の改善は以下のとおり。
・日本海溝・千島海溝で想定されている巨大地震の想定震源域やその周辺でMw7.0以上の地震が発生し、大規模地震の発生可能性が平常時より相対的に高まっている際に発表する「北海道・三陸沖後発地震注意情報」のXML電文による配信開始

・障害等により津波を観測できなくなっている観測点を「欠測」として速やかに津波情報でお知らせする等の津波情報等の改善を実施
・防災科学技術研究所が高知県沖から日向灘に整備した「南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）」沖合システムの地震観測データの活用を開始し、緊急地震速報の発表の迅速化や精度向上を実施
・防災科学技術研究所が高知県沖から日向灘に整備した「南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）」沿岸システムの津波観測データの活用を開始し、津波警報等の更新、津波情報の発表の迅速化や精度向上を実施
・長周期地震動に関する情報の発表に用いる観測点として新たに防災科学技術研究所の一部の観測点を追加し、長周期地震動に関する情報のより一層の充実を実施
・津波警報等の対象となる市町村名等が分かりやすくなるよう、報道発表資料の改善を実施
・長時間継続する津波に関する情報提供のあり方を踏まえた解説の充実を実施
・大規模噴火時の新たな火山灰予測情報の具体的な内容を検討するため「広域降灰対策に資する降灰予測情報に関する検討会」を開催し、「広域に降り積もる火山灰対策に資する火山灰予測情報のあり方（報告書）」を取りまとめ

また、昨年度に引き続き以下の内容を実施した。
・防災科学技術研究所のDONETやS-net、N-net等、関係機関の海底地震・津波観測データ等を活用した地震・津波情報発表
・国際地震センター、米国地質調査所、包括的核実験禁止条約機構、米国大学間地震学研究連合（IRIS）及び近隣国との地震観測データの交換
・東京航空路火山灰情報センター及び北西太平洋津波情報センターとして国際的な情報提供等の国際協力業務を実施
・津波警報等の視覚的伝達手段として「津波フラッグ」を定め導入推進
・火山噴火応急支援サイトを活用した、最新の観測データを用いた火山活動状況解説、自治体との情報交換

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

気象庁,2025, 広域に降り積もる火山灰対策に資する火山灰予測情報のあり方（報告書）, 査読無, 謝辞無

気象庁, 令和６年能登半島地震に関するアンケート調査結果の公表 ～地震の揺れ、緊急地震速報及び津波警報等の利活用～, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

溜渕 功史・秋山 加奈・岩切 一宏, 2025, 南海トラフ海底地震津波観測網を活用した日向灘から四国沖の地震，浅部微動解析, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-P13.

廣田 伸之・岩切 一宏・溜渕 功史・吉本 昌弘, 2025, 2024年8月及び2025年1月に日向灘で発生した地震の震源過程解析, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-P14.

吉本 昌弘・吉田 康宏・下條 賢梧・溜渕 功史・岩切 一宏, 2025, 気象庁におけるP波初動発震機構解析及びCMT解析の改良の取り組み, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-P16.

野田朱美・藤田健一・山名泰隆・増田智彬,2025,紀伊半島下で発生する深部低周波微動と短期的スロースリップの定量的関係の検討, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG45-P18.

高木朗充, 2025, 噴火警報の発表と噴火の発生及び火山活動評価, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC31-03.

田辺 暖柊・片野 陽登・吉村 令慧・大見 士朗, 2025, 2025年3月に発生した焼岳の傾斜変動を伴う火山活動, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-03.

石川 歩・小林 宰・工藤 直樹, 2025, 御嶽山2024-25年の活発化, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-04.

野田 朱美・藤田 健一・宮岡 一樹・中山 和正, 2025, 紀伊半島下で発生する深部低周波微動の放射エネルギーに基づく短期的SSE検出の試み, 日本地震学会2025年度秋季大会, P09-11.

俣野 未羽・谷岡 勇市郎・中垣 達也・山中 悠資, 2025, 千島海溝沿いアウターライズ巨大地震に伴う津波の即時予測手法の開発, 日本地震学会2025年度秋季大会, P17-05.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

これまでの取り組みの成果や経験を活かし、引き続き継続的或いは発展的に取り組む。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁及び全国気象官署職員
他機関との共同研究の有無：有
様々な関係機関、専門家等と連携

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900 ex.5114
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp/jma/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：青柳雄也
所属：気象庁地震火山部地震津波監視課地震津波防災推進室

令和７年度年次報告

課題番号：JMA_12

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）防災・減災に関する知識の普及啓発
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（4）その他関連する建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

一般の防災リテラシー向上のため地震・津波及び火山に関する現象や警報をはじめとする防災気象情報に関する、知識、防災・減災等に対する住民の意識の向上に戦略的に取り組む。

（6）本課題の５か年計画の概要：

気象庁では、引き続き国や地方自治体等の防災関係機関、教育機関、大学等研究機関と連携しながら、地震・津波及び火山に関する現象や警報をはじめとする防災気象情報（津波警報、緊急地震速報、長周期地震動に関する情報、南海トラフ地震に関連する情報、北海道・三陸沖後発地震注意情報、噴火警報、降灰予報など）に関する、知識、防災・減災等に対する住民の意識の向上に、全庁を挙げて戦略的に取り組む。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

関係機関と連携し、地域の状況にあった様々な手段を用いて地震・津波及び火山に関する知識や防災行動についての普及啓発に継続的に取り組んだ。

今年度新たに実施した主な内容は以下のとおり。
・地震・津波・火山の基本的な知識、気象庁の防災情報を活用するうえで重要となる知識について、体系的に学習することができるホームページ「地震・津波・火山を知る」を公開
・緊急地震速報を見聞きした際の対応行動を訓練するための新たな動画を作成し公開
・個人学習・教育・研修など様々な場面で活用可能な地震・津波・火山防災eラーニング教材を製作
また、昨年度に引き続き以下の内容を実施した。
・過去の災害からの節目の年をきっかけとした地震・津波及び火山噴火の備えへの普及啓発

・一般の方々を対象とした巨大地震対策オンライン講演会の開催、アーカイブ配信
・地方自治体等と連携した防災訓練への助言・協力、HP等での相互協力
・教育機関と連携した学校防災教育へ助言・協力
・防災関係機関、民間団体等と連携した広報の実施、出前講座・防災講演会等の実施
・地震調査研究推進本部及び火山調査研究推進本部と連携した地域講演会等の普及啓発の取組
・報道機関と連携した防災番組、防災訓練への協力
・報道機関向け勉強会の実施
・HPにおける解説の充実
・わかりやすい防災行動を説明した動画作成・SNSでの普及啓発
・南海トラフ地震や南海トラフ地震臨時情報に関する普及啓発（内閣府・消防庁と協力）
・日本海溝・千島海溝で想定されている巨大地震や北海道・三陸沖後発地震注意情報の普及啓発（内閣府・消防庁と協力）
・火山との位置関係や地域性を踏まえた火山防災情報の普及啓発
・火山灰に関する情報の普及啓発
・「火山防災の日」を中心に普及啓発

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

これまでの取り組みの成果や経験を活かし、全国の気象官署において引き続き継続的或いは発展的に取り組む。特に、過去の災害からの節目の年をきっかけとした地震・津波及び火山噴火への備えに関する普及啓発について、関係機関と連携して取り組む。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁及び全国気象官署職員
他機関との共同研究の有無：有
様々な関係機関、専門家等と連携

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900 ex.5114
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp/jma/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：青柳雄也
所属：気象庁地震火山部地震津波監視課地震津波防災推進室

令和７年度年次報告

課題番
号：KGSM01

（1）実施機関名：

鹿児島大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南西諸島北部域における小スパン海底地震観測に基づくプレート間すべり特性の研究
（英文）Study on Interplate Slip Behavior in the Northern Part of the Nansei　Islands Based on Small-Span Ocean-Bottom Seismic Observation

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題は、南西諸島北部域のうち浅部微動と通常の微小地震の双方が活動的な種子島南東沖を対象領域とし、長期収録型海底地震計を年次的に投入する小スパン海底地震観測を主体とした観測研究を実施する。使用可能な長期収録型海底地震計の台数が限られることから、一定の広がりをもつ当該領域の活動を把握するには観測点間隔を保ちながら観測網を移動させる機動的観測が不可欠であるため、５か年のうち延べ４年間の機動観測を行う。並行して、陸域観測点の中長期データを用いた日向灘南部から奄美大島沖にかけての領域の準静的すべり速度の時空間変化の解析を継続する。以上により取得される観測データに基づき、当該領域のプレート間すべり特性について精度を向上させて解明する。５か年の到達目標は、以上の観測に基づき、地震発生場の理解が進展した日向灘と奄美大島北東沖の間に位置する種子島南東沖のプレート間すべりの特性に関する知見を得て、日向灘と奄美大島北東沖での稠密観測研究の成果と比較することにより、南西諸島北部域におけるプレート間すべり特性の海溝軸方向の連続性、地域性を明らかにすることである。

（6）本課題の５か年計画の概要：

１．長期収録型海底地震計を用いた機動的観測

南西諸島北部域の種子島南東沖において、８台の長期型海底地震計を用いた小スパン観測網（観測点間隔：約20 km）により、概ね１年単位・４期間で海底地震観測を実施する。本計画期間中においては、令和６年度初頭の投入から令和10年度初頭の回収までを行う。観測領域を一部重ねながら南から北へ年次的かつ機動的に観測網を展開していくことで、検知・震源決定能力を保ちながら、過去に大まかに推定された浅部微動の発生領域をできるだけ広くカバーできるように計画する。同時に、令和５年度までの対象領域と接続するように観測網を展開していくことにより、令和５年度までの計画から本計画を通じた、南西諸島海溝に沿った稠密観測を実現する。なお、海底地震計の投入と回収のた

めの航海は、大学の練習船の教育関係共同利用により実施し、大学院生・学部生の海域観測実習の場としても活用する（令和６～10年度）

２．浅部微動活動の解析

１の海底地震観測データを用い、各観測期間それぞれについて浅部微動を検出してカタログを作成するとともに、個々の微動について震源、放射エネルギーを推定する。まとまった活動（エピソード）毎の微動緒の高速マイグレーションの様式の把握、微動の震源の不均質性について考察する（令和７～10年度）。

３．通常の微小地震の解析と浅部微動活動との比較

１の海底地震観測データを用い、小スパン観測網内とその周辺で発生した微小地震の検測と震源決定を行う。この際、広域の稍深発地震等の検測データを利用して堆積層補正等の顕著な走時遅れ補正を施し、深さの精度を向上させた震源分布を求める（令和７～10年度）。得られた震源情報と２の結果を比較し、浅部微動と通常の微小地震との時空間的関係を抽出する（令和７～10年度）。さらに得られた通常の微小地震の震源の分布状況や地震数に基づき、速度トモグラフィの解析が可能と判断された場合は、3次元速度構造の推定も行い、震源分布と比較する（令和10年度）。

４．陸域の長期地震観測データによる広域の準静的すべり速度分布の時間変化の解析

令和５年度までに実施してきた、日向灘南部から奄美大島にかけての領域についての小繰り返し地震を用いた準静的すべり速度の解析を継続する（令和６～10年度）。

５．総括

２～４の解析結果に基づき、当該領域のプレート間すべりを理解することに重点的に取り組み、モデルを構築することを目指す。さらに、観測研究が進展している日向灘南部や現行計画で取り組んでいる奄美大島北東沖で得られた知見を総合して、プレート間すべり特性の海溝軸方向の連続性、地域性を明らかにする（令和10年度）。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

[1] 長期収録型海底地震計を用いた機動的観測

令和７年度は、南西諸島北部域の種子島南東沖において海底地震観測を実施し、5か年の観測計画を予定通り推進した。海底地震計の回収・投入・測量作業は、長崎大学水産学部附属練習船・長崎丸の教育関係共同利用に基づき実施し、海域観測実習の場として大学院生２名が乗船した。観測内容は次のとおりである。

長崎丸第149次航海（2025年4月11日～17日）において、2024年4月中旬に種子島南東沖に投入した8台の海底地震計から成る小スパン海底地震観測網の回収（第6期終了）および新規投入（第7期開始）を実施した。8台のうち4台の回収については、航海日程中の荒天の影響で当該航海中に実施することができなかったため、長崎丸第151次航海の一部期間（2025年5月22日～25日）の余席利用により回収を完了した。回収した第6期の8台は、7台が固有周波数1 Hzの自己浮上式長期収録型海底地震計（LOBS: Long-term Ocean Bottom Seismometer）、1台が固有周期20秒の自己浮上式小型広帯域海底地震計（CBBOBS; Compact Broadband OBS）で構成されている。回収後の時刻較正は全8台ともに正常に完了した。一方で、20秒計を搭載したTK2436観測点では、レコーダーの不具合とみられるスパイクノイズ（1日に20数回の頻度で、1サンプルのみのインパルスノイズ）が観測期間中H2成分に生じていたが、後述するエンベロープ相関法を用いた微動の震源決定には影響しないため、当該観測点も解析に使用している。なお、2024年4月投入時に着底位置が未測量であった4観測点については、回収時の音響測距ログから着底座標を推定した。

新規に投入した第7期の8台は、7台が固有周波数1 HzのLOBS、1台が固有周期120秒のCBBOBSで構成されている。投入直前の時刻較正は正常に完了した。音響通信を用いたOBSの着底位置測量は、荒天避航で生じたシップタイムの制約から前述した長崎丸第151次航海で4観測点のみ実施した。残る4観測点の着底位置は、2026年4月に予定している回収時の音響通信記録を利用して推定する。図1に、第3次計画（本計画）、第2次計画および第1次計画の観測点配置を示す。第7期OBS（図1：黄緑＋）は設置から約1年後の2026年4月中旬に回収し、同航海で新規位置へ入れ替え（第8期、図１：白△）を予定している。

観測点間隔約20 kmで展開している本計画の小スパン観測網は、沈み込むフィリピン海プレートと陸側プレートの境界面上で発生する浅部テクトニック微動や、島嶼地震観測点のみでは捉えることのできない微小地震の検出および震源決定精度の向上に貢献する。本計画では、喜界島東方海域から開始

した第2次計画（第1期～第5期）の観測領域と接続して、かつ、南から北へ年次的に機動観測していくことで、通常地震とスロー地震の時空間的関係を南西諸島海溝に沿って広く明らかにしていく。

[2] 浅部微動（浅部低周波微動）の活動

令和７年度は令和6年度に設置した約20 kmスパンの海底地震観測網データを用いて、期間中に発生した浅部低周波微動（浅部テクトニック微動ともいう。以降，浅部微動）の暫定的な解析を実施した。エンベロープ相関法による震源決定の結果、小規模な活動を含めると複数のエピソードが確認できた（図２）。このうち最も顕著なエピソードは2024年8月～2024年9月にかけて発生した。この活動は、2024年8月8日に日向灘で発生したM7.1の地震後に活発化しており、一部余震の誤検出も含んでいる可能性があるが、広帯域波形との比較からスロー地震が発生していたことは間違いない。海底地震計の波形からも浅部微動の発生を確認できており、M7.1の地震によって日向灘～南西諸島北部にかけて活発化した浅部スロー地震活動の一部を観測したと考えられる。8月の活動は観測網の北側で始まった活動が南側に移動し、その後は断続的に活動が続いて8月26日頃には一旦収束した。9月に入ると再び活動が活発化し，2日～7日かけて10km/day程度の速度で観測網の北から南に向かってマイグレーションする様子を確認できた。これらの活発な活動のほかにも小規模な活動が断続的に発生しており、一部は明瞭なマイグレーションも確認できた。

これまでの一連の観測（2019－2020，2020－2021，2021－2022，2022－2023，2023－2024観測）期間中に検知されたイベントの波形の特徴としては大きな差はない。その一方で、数としては2000個を超える数の浅部微動が検出され、一連の観測においてはかなり多い数であった。2024年8月8日の日向灘の地震に伴って発生したとみられる大規模な活動が影響したと考えられるものの、昨年度に報告した2023－2024観測の領域に比べ、明らかに活動度は高いように見える。昨年度までの観測により、北緯29度付近が浅部スロー地震活動のセグメント境界と見られることが示唆されており、今回の解析領域は種子島沖から続く活動の南限に当たる可能性が考えられる。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本課題は、1911年喜界島近海地震（M8.0）の推定震央域（奄美大島東方）を端緒とし、ここから海底観測網を海溝軸方向（南海トラフ側）に年次的にシフトさせることで、ごく限られた観測リソースの制約の元で奄美大島東方沖から種子島南東沖までのプレート境界域において、浅部微動と通常地震との時間空間的関係を明らかにすることを目的とする。併せて陸上地震観測による中長期の準静的すべり速度の時間変化で補完することにより、当該領域の地震発生場の理解の深化を図る。これまでの観測研究の結果、喜界島近海地震の推定震央領域の現状を把握することができ、さらに喜界島近海地震の断層のタイプや発生場に制約を与え、さらに海溝軸方向の浅部微動活動の不均質性も分かってきた。これらを通じ、地震発生場が未解明である南西諸島域の地震発生予測に貢献できると考えられる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

山下裕亮・堀高峰, 2025, 日向灘南部における大地震の多様な発生様式, 地震2, 78, 127-146, doi: 10.4294/zisin.2025-2S, 査読有, 謝辞有

山下裕亮・伊尾木圭衣, 2025, 日下姓安井系図の記述から読み解く1662年日向灘地震（外所地震）の新たな地震像, 地震2, 78, 119-126, doi: 10.4294/zisin.2024-24S, 査読有, 謝辞有

山下裕亮, 2025, 2024年8月8日日向灘M7.1の地震から1年, 宮崎の自然と環境, 10, 8-13, 査読無, 謝辞無

山下裕亮, 2025, 南海トラフ地震の特徴と南海トラフ地震臨時情報, 全建宮崎, 60, 1-6, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

平田一聖・山下裕亮・松島健・仲谷幸浩・平野舟一郎・八木原寛・中東和夫・江本賢太郎・松本聡・馬場慧・大柳修慧・伊藤喜宏・山本揚二朗・胡靚妤・山田知朗・篠原雅尚, 日向灘南部のM7クラス

の繰り返し地震発生域の地震活動と地震波速度構造, 日本地震学会2025年度秋季大会, S06-09.

Issei Hirata, Yusuke Yamashita, Takeshi Matsushima, Yukihiro Nakatani, Shuichiro Hirano, Hiroshi Yakiwara, Kazuo Nakahigashi, Kentaro Emoto, Satoshi Matsumoto, Satoru Baba, Shukei Ohyanagi, Yoshihiro Ito, Yojiro Yamamoto, ChingYu Hu, Tomoaki Yamada, and Masanao Shinohara, Seismic Activity and Seismic velocity structure in the M7-ClassRepeating Earthquake Zone of the Southern Hyuga-nada, Japan,based on Seafloor and Onshore Seismic Observation, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025, P2-36.

平田一聖・山下裕亮・松島健・仲谷幸浩・平野舟一郎・八木原寛・中東和夫・江本賢太郎・松本聡・大柳修慧・伊藤喜宏・胡靚妤・山田知朗・篠原雅尚, Double-Difference 法を用いた日向灘南部のM7 クラスの繰り返し地震発生域の地震活動の特徴, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-16.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地震：海底地震観測
概要：種子島南東沖における海底地震観測．8点による小スパンアレイ観測（観測点間隔：約20 km）
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：鹿児島県種子島南東沖 29.25 131.30
調査・観測期間：2024/4/-2025/4/
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

種子島南東沖に投入中の第７期LOBSを2026年４月に全８台回収する。同時期に第8期LOBSを投入する。回収データを用いて，期間中に発生した浅部微動の震源決定を実施する。また、第１期～第6期観測データを用いて、これまでの観測結果の精査を進め、浅部微動分布のマッピングを行う。さらに、通常地震の震源再決定等を通じ、浅部微動と通常地震の時空間関係について考察する。また、日向灘中部－南西諸島北部域の中長期の陸上地震観測データを用いた準静的すべり速度の解析を継続する。以上により、当該領域のプレート間すべり特性等について議論する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

八木原　寛（鹿児島大学大学院理工学研究科）, 中尾　茂（鹿児島大学大学院理工学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
山下　裕亮（宮崎公立大学）, 中東　和夫（東京海洋大学海洋資源エネルギー学部門）, 山田　知朗（東京大学地震研究所）, 篠原　雅尚（東京大学地震研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所
電話：099-244-7411
e-mail：yakiwara@sci.kagoshima-u.ac.jp
URL：https://grad.eng.kagoshima-u.ac.jp/about/associated-facilities/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：八木原　寛
所属：鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所

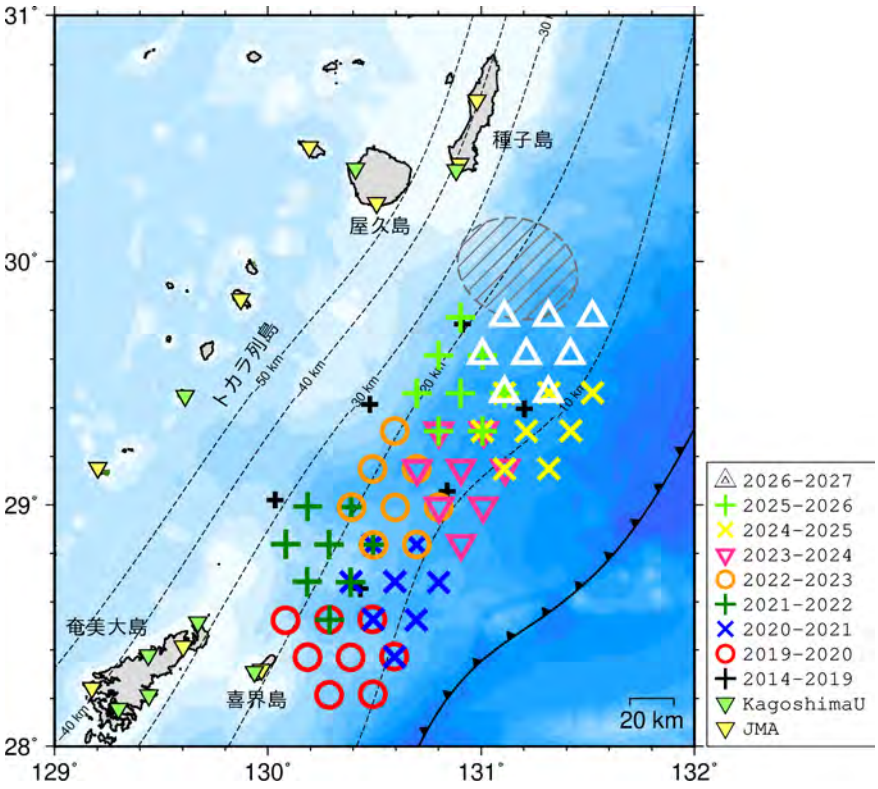


図1：南西諸島北部域における海底および島嶼域の地震観測点配置
黄×は2025年度に回収した第6期、黄緑＋は新規投入した第7期観測点を示す。白△は2026年度に投入予定の第8期、赤○、青×、緑＋、橙○およびピンク▽は第2次計画（第1期～第5期）、黒＋は第1次計画の観測点である。網掛け領域は2027年度以降の観測予定領域を表す。その他▽は南西諸島北部域における定常地震観測点である。Iwasaki et al. (2015) によるフィリピン海プレート上面深度の等深線及び南西諸島海溝軸をそれぞれ破線と実線で示す。海底地形はETOPO 2022 (NOAA, 2022) を使用した。

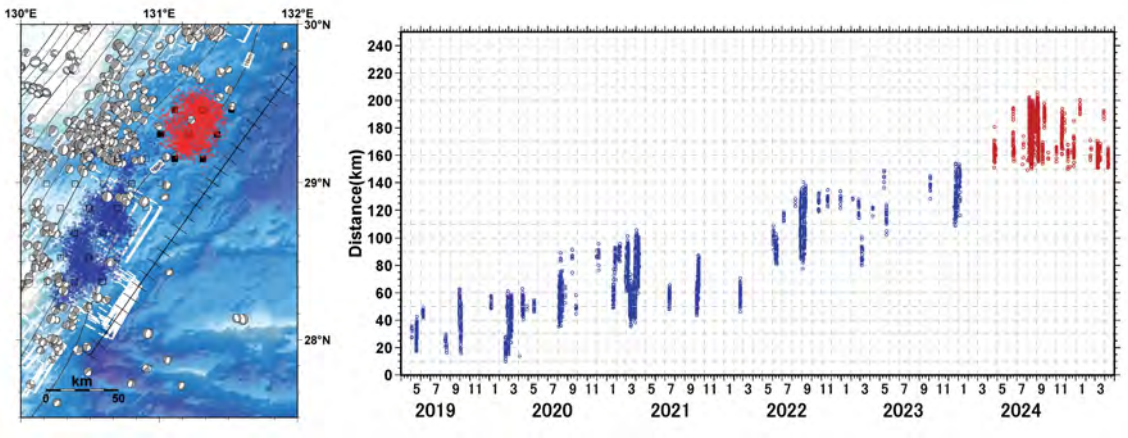


図2：浅部微動の活動（第1～6期観測）
（左）浅部微動の震央分布。青色は第1～5期の震央分布で、赤は今期（第6期）の震央分布である。
（右）プレートの走向方向（A’-B’）に沿った時空間分布。青と赤のプロットは（左）と同じ。

令和７年度年次報告

課題番号：KGU_01

（1）実施機関名：

関東学院大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）一般市民の防災リテラシーの社会基盤醸成のための行動経済学モデルの応用
（英文）Application of behavioral economics model to develop the citizens’ disaster prevention literacy

（3）関連の深い建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

（4）その他関連する建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究課題では、新規研究として、既存計画における「地震・火山現象の防災リテラシーの構築」の取組を広く普及させるため、長期的な防災リテラシー向上およびそのリテラシーを持続させるための社会基盤醸成に着手する。

阪神・淡路大震災(平成7年兵庫県南部地震)や東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)などの巨大災害を経験した直後は、家庭の防災対策など人々の防災リテラシーが高まるものの、時間経過とともに一定水準まで収束してしまう。人々の災害に対する認識や備えを定着させるためには、長期的な防災リテラシーを向上、持続させるための社会が求められる。本研究課題では、人々の判断・行動現象とそのプロセスを検討する社会科学分野の行動経済学の手法を応用し、人々が持つ心理バイアスなどの反応特性から意思決定のモデル設計を行い、防災リテラシーを形成する社会的基盤が、災害現象と人々の行動特性の相互作用により変動することを明らかにする。災害に対する人々の日常場面の生態的な行動パターンの個人レベルの変動と5年間の経時的な変化の社会レベルの変動とのマルチレベルの観測研究を行うことで、個別および社会的な意思決定の課題を解明し、具体的な行動に結びつけるための防災リテラシーとして発展させることを目的とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究課題では、行動経済学の意思決定基盤の設計を災害場面に応用した「行動リスクアセスメント」のアプローチを用いて、防災リテラシー向上のための行動モデルを設計する。行動リスクアセスメントとは、災害に備える・備えない人々の行動特性や、災害に対する反応に焦点を当てることで、人々の行動原理や心理プロセスに基づいた行動モデルを設計する枠組のことである。この行動リスクアセスメントを応用することで、人々の意思決定のバイアスを解消するのではなく、バイアスを生じさせる心理的メカニズムに沿ったかたちで、そこからよりよい選択に導くためのリテラシーの向上を目指す。そこで、社会経済的属性に加え、災害に対する心理バイアス、直近の地震発生イベントなどの社会素因が、災害時の反応や防災・減災行動に及ぼす中・長期的な影響を検討することを課題とした。本研究課題では、一般市民の防災リテラシーの5年間の経時的変化を計測する縦断的調査の観測研究及び、災害に対する判断や反応を促進・抑制する社会素因を監査する心理バイアスの解明研究を計画した。各年度の計画は以下である。

2024年度は、5年間の縦断的調査のための共通の調査フレームの設計および導入サンプルの抽出をし、1年目の調査を実施する。また、心理バイアスの解明研究として、一般市民を対象に日常場面にお

ける災害へのバイアスを検討するため、リアルタイムの生活場面の時間サンプリングを用いたシミュレーション調査を実施する。

2025年度は、前年度からの縦断的調査の調査フレームに、心理バイアスの解明研究の成果を反映させた2年目の調査を実施する。当該年度の新たな心理バイアスの解明研究として、地震発生のイベンドベースの反応計測を目的として、一般市民の直近の地震経験が防災リテラシーに及ぼす影響を検討するため発生エリアサンプリング調査を実施する。

2026年度は、縦断的調査の調査フレームに、前年度までの成果を反映させた3年目の調査を実施する。また、心理バイアスの解明研究として、防災リテラシーの阻害要因となる将来的な損失回避の価値が割り引かれる近視眼的思考バイアスの問題を、双曲割引モデルによる場面想定法を用いた一般市民への調査により検討する。

2027年度は、縦断的調査の共通の調査フレームに心理バイアスの解明研究の成果を組み込み4年目の調査を実施する。心理バイアスの解明研究としては、被災経験が時間経過ともに防災リテラシーに影響を及ぼさなくなる楽観バイアス、忘却傾向について一般市民を対象にした実験心理学的な測定手法により検討する質問紙実験を実施する。

2028年度は、5年間の縦断的調査の最終年度として、共通フレームと前年度までの心理バイアスの解明研究を反映させた調査デザインにより、災害に対する反応特性や社会的インパクトなどの意思決定基盤が防災リテラシーに及ぼす影響を検証するための実査を行う。とくに、5年間に発生した災害などイベントベースの要因を組み込んだ時系列分析のモデルによるシミュレーションを行い、防災リテラシーに対する社会素因の中・長期的な影響を検討する。これらの縦断的調査と心理バイアスの解明研究の最終的な成果に基づき、防災リテラシーを形成している社会基盤の解明による行動モデルの提言を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2025年度は、本計画における目的である、災害に対する意識や行動の向上が進まない人間社会における諸要因の課題を検討するため、5年間の経時的変化を観測する全国調査による社会の変動要因を検証する観測研究と、災害発生エリアを対象にしたエリアサンプリングを用いて個別要因を検証する観測研究を実施した。

まず、前年度に一般市民の防災リテラシーの5年間の経時的変化を計測するために構築した共通の「47都道府県の人々の防災力評価の社会調査」の調査フレームに基づき、縦断的調査を実施した。この調査では、共通の調査フレームに加えて、カムチャツカ半島地震による津波避難や「青森県東方沖を震源とする地震」などの災害イベントや、災害への認識や災害時の不安感などの個人的要因、災害弱者やソーシャルサポートの存在といった環境要因の変動が災害関連行動に及ぼす影響について測定を行った。調査は、2025年12月下旬から2026年1月上旬にかけて、前年度の調査サンプルと本年度の追加サンプルを対象に、47都道府県を層とし、そこから年代(5層: 20代、30代、40代、50代、60代以上)×性別(2層: 男性、女性)の10層ごとに抽出し、各都道府県で100名程度(年代×性別の10層では各10名程度)の合計4700名程度を最終サンプルにように回答者を募集して実施した(図1)。その主要な結果として、33項目ある防災行動の中で、懐中電灯の準備、食料品、日用品、医薬品などの準備、避難場所・避難経路の決定については、3割以上の人が実施していた(図2）。また、防災行動の実行度を47都道府県で比較したところ、宮城県、静岡県、青森県の実行度が高いなど、地域差が大きくみられた(図3）。とくに、2025年度は、「青森県東方沖を震源とする地震」があり、その後の防災行動の実行度の増加が影響地域でみられた。さらに、2024年に実施した調査の防災行動から2025年に実施した防災行動の47都道府県の実行度を比較したところ、実行数が増加した地域とそうでない地域がみられた(図4)。増加がみられた地域だけでなく、減少した地域もみられたことから、地震などの災害イベントによる変化は必ずしも持続していないことが示唆された。

次に、災害イベントが発生したエリアサンプリング調査を、2025年7月30日のロシア、カムチャツカ半島地震による津波避難エリアを対象に実施した。本調査は、遠地地震災害として、津波までのリードタイムがあること、また津波による直接的な被災者がいないため、人々の避難行動の選択プロセスを検討する上で干渉要因の影響が少ないことなど、貴重な研究事例となる。調査では、津波注意報から津波警報への段階の変化を含めて、当日の住民の避難行動とその選択プロセスについて検討を行うことを目的とした。調査は、津波警報が発令された沿岸から4km圏内の住民を対象に、2025年9月下旬から10月上旬までに、1155名の回答サンプルを対象に実施した(図5）。その主な結果として、津波

注意報時の際は、46%の住民が避難行動として何もしていなかった(図6）。避難行動の有無の選択理由として、避難しなかった人も、した人も「そこにいる方が安全だと思ったから」をあげる割合が多かった（図7）。避難しなかった人の理由として、「今回は大丈夫だと思ったから」の割合が多かったことが特徴的であった。避難した人の理由としては、「津波の危険性を感じたから」の割合が多いのが特徴的であった。また、津波警報時の際は、41%の住民が避難行動として何もしていなかった(図8）。津波注意報と同様に、避難しなかった人の理由として、「今回は大丈夫だと思ったから」の割合が多かったことが特徴的であった(図9)。避難した人の理由としては、「津波の危険性を感じたから」の割合が多いのが特徴的であった。

以上により、災害に対する意識や行動の向上が進まない人間社会における諸要因について、社会レベルと個別現象レベルで検証に必要な基礎的なデータを得ることができ、当初の計画通りの成果を得ることができた。これにより、本計画を次年度以降にさらに発展させるための有用な知見を得ることが可能になった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本計画の本年度の研究について、以下の点からその貢献を指摘することができる。

実施した観測研究の1つである「47都道府県の人々の防災力評価の社会調査」では、主に災害に対する日常の備えである防災行動について分析を行った。日本全国から年代および性別を均等に集めることで、災害に対する脆弱性の社会レベルの問題に加えて、2025年に発生した「青森県東方沖を震源とする地震」などの災害イベントの影響についても検証を行った。防災行動の実施率が高い地域と低い地域の地域差が大きく、その差が災害イベントによって大きく変動することが示唆された。さらに、2024年と2025年の調査データの比較から、災害イベントによる防災行動の変化は持続しておらず、一時的なものであることが指摘された。このように、災害に対する人々の反応において、一時的な増減と平常化の繰り返しが生じているという社会レベルの変動現象が確認された。

もう1つの観測研究である「カムチャツカ半島地震の津波避難の調査」では、津波注意報や津波警報に対して「とくに何も行動しない」反応が多いという課題が浮き彫りになった。行動を取る場合でも取らない場合でも、「そこにいる方が安全だと思った」とする回答を大きな理由として挙げており、現状維持バイアスといわれる、今置かれている状況を継続しようとする傾向が強く作用している可能性が示唆された。このように、津波到達までのリードタイムを有する遠地地震の津波避難行動の事例として、当該警報に対する人々の判断プロセスとその反応の特徴を検証する上で重要な知見が得られた。

以上のように、災害に対する意識や行動の向上が進まない人間社会における諸要因の課題を実証的に分析することで、一般市民の防災リテラシーの継続的な向上に導くための社会基盤について検証することができた。このような災害現象に対する社会レベルや個別現象レベルの変動によって生じる脆弱性の解明は、『4. 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究』の「(1)地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明の建議」と密接に関連している。また、これらの成果は、災害現象に対する人々の反応を明らかにしている点から、「(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究」とも関連づけられる。このように、社会レベルおよび個別現象レベルを検証する観測研究により、人間社会に存在する災害への脆弱性を生み出す要因を実証的に明らかにし、防災リテラシーの観点から「災害の軽減に貢献する」という計画全体の目標に寄与することができた。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ohtomo, S., Kimura, R., Nakazawa, K., & Nagata, T. 2026. Effects of disaster literacy f actors on people’s reaction to the earthquake early warning, Journal of Disaster Research, 21(1),24-32. doi: 10.20965/jdr.2026.p0024, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

大友章司・木村玲欧, 2025, 自然災害に対する人々の認知と行動の可視化～2024年の日本全国の調査

の分析～,日本地球惑星科学連合 2025年大会, 幕張メッセ

大友章司・木村玲欧, 2025, 日常の生活場面が人々の災害の安全確保行動の選択に及ぼす影響,日本地球惑星科学連合 2025年大会, 幕張メッセ

大友章司, 2025, 講演「災害リスクコミュニケーションのあり方」, 関東学院大学人間共生学部10周年記念シンポジウム「災害研究をリスクコミュニケーションに生かす」, 関東学院大学 横浜・関内キャンパス テンネー記念ホール

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和８年度実施計画では、5年間の縦断的調査である「47都道府県の人々の防災力評価の社会調査」の3年目の調査を実施する。災害リスク認知、ハザードマップの認識、防災行動といった基本フレームと、2026年内に発生した災害イベントの影響の調査内容を組み込み、さらに災害に対する意識や行動の変動が収束していく過程に関連する要因について新たに調査項目を追加する。それにより、3年間の縦断的データの変遷において、どのような側面が関与しているのか検討する。また、縦断的調査の研究を発展させるためのフォローアップ研究として、防災リテラシーの阻害要因となる、将来的な損失回避の価値が割り引かれる近視眼的思考バイアスの問題について、双曲割引モデルによる測定手法を用いた一般市民対象の調査により検討する。それにより、人々の災害対策の普及を遠ざけている側面について、行動経済学モデルに基づく予測を行う。

以上の研究を通じて、災害に対する意識や行動の向上が進まない人間社会における諸要因の課題に対応し、防災リテラシーの構築に向けた研究として本計画をさらに発展させる。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

大友章司（関東学院大学 防災・減災・復興学研究所）
他機関との共同研究の有無：有
木村玲欧（兵庫県立大学 環境人間学部）, 高橋誠（名古屋大学大学院 環境学研究科）, 加藤尚之（東京大学 地震研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：関東学院大学 防災・減災・復興学研究所
電話：045-786-2924
e-mail：kenkyu@kanto-gakuin.ac.jp
URL：https://univ.kanto-gakuin.ac.jp/dmi/dmi.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大友章司
所属：関東学院大学

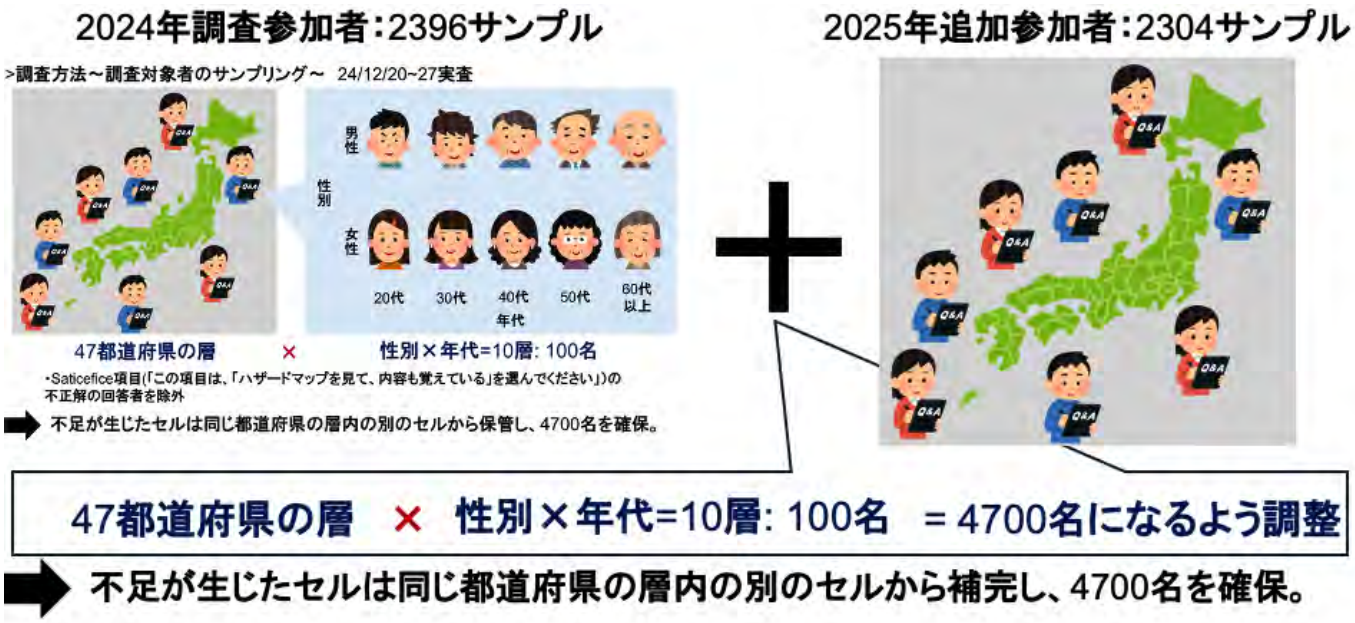


図1 47都道府県の人々の防災力評価の社会調査のサンプリング法(調査対象者選定)

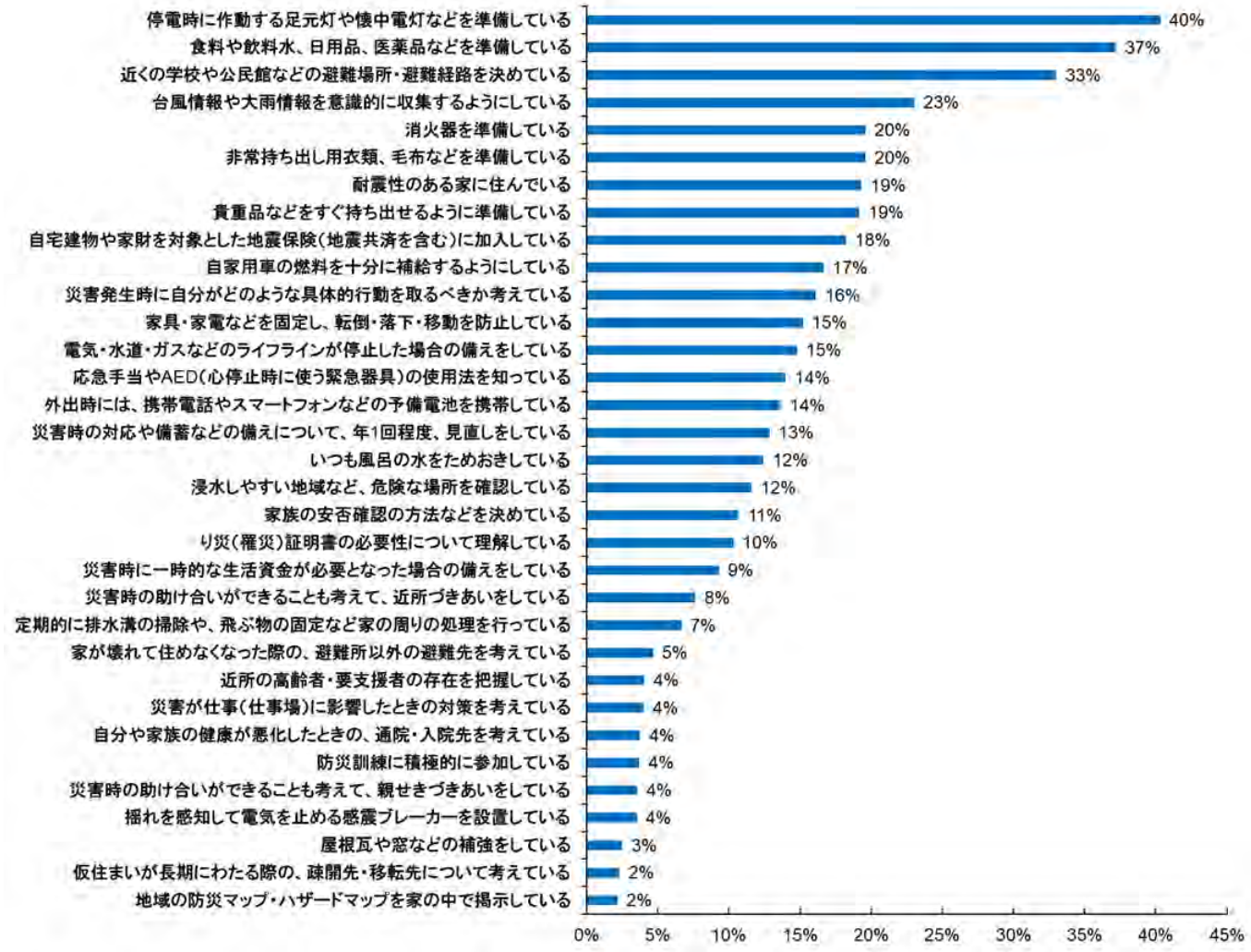


図2 47都道府県の人々の防災力評価の社会調査の33項目の防災行動の実施率

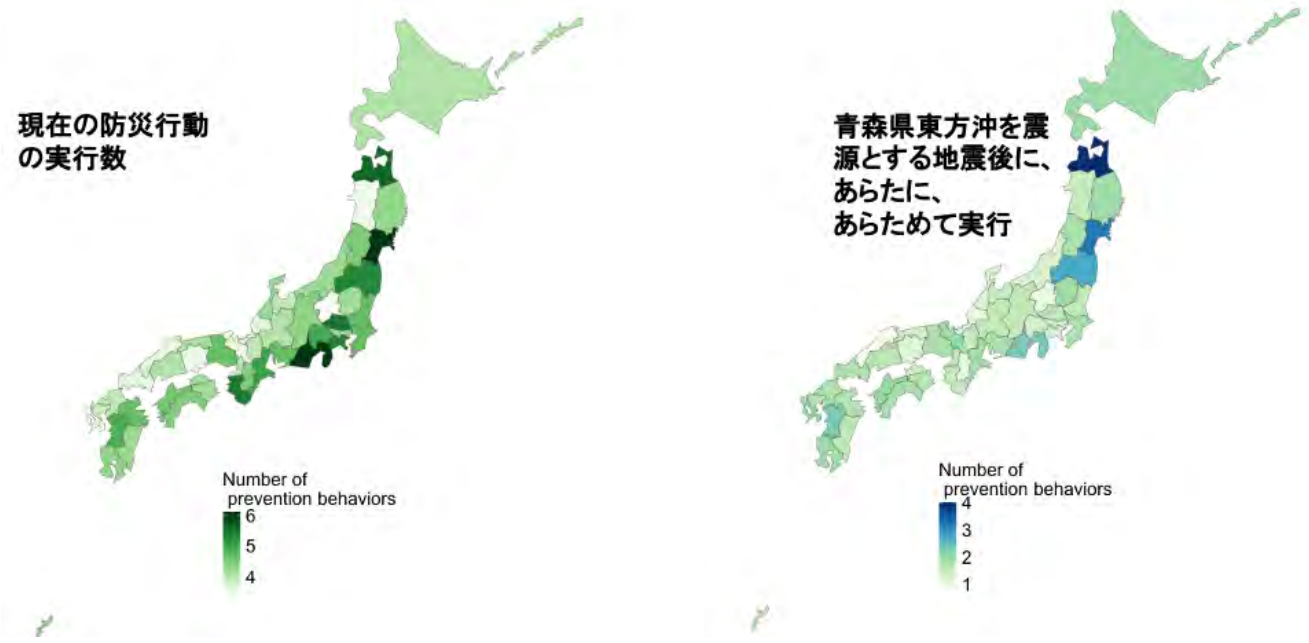


図3 47都道府県の人々の防災力評価の社会調査の防災行動の実行数の都道府県の比較

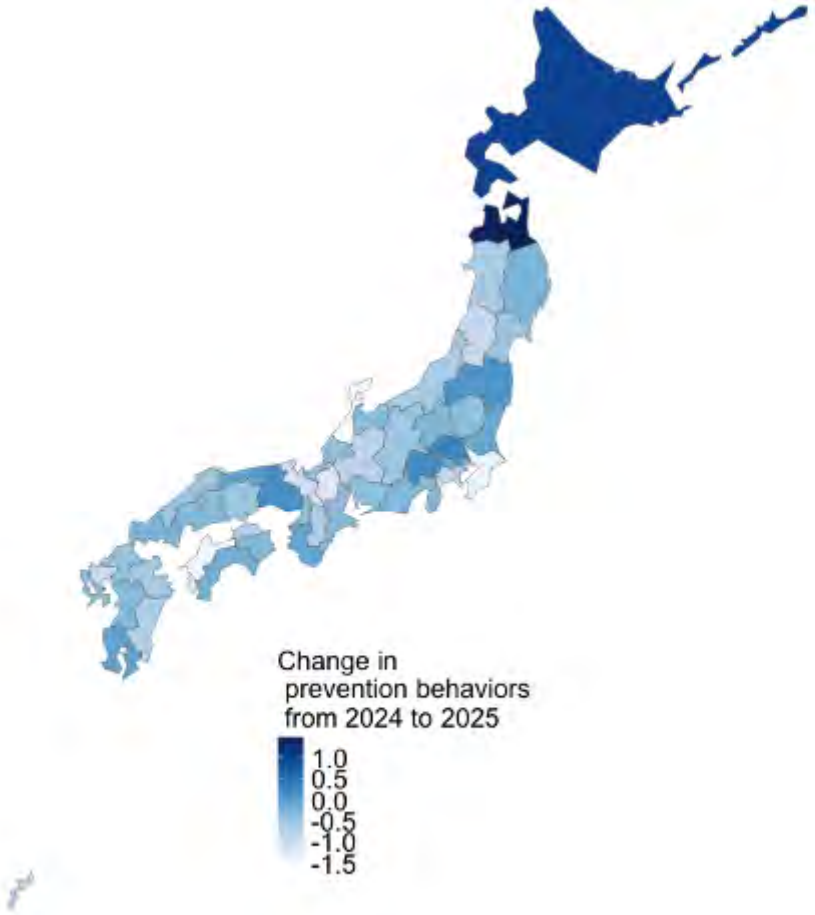


図4 2025年と2024年の47都道府県の人々の防災力評価の社会調査における防災行動の実行度の変化

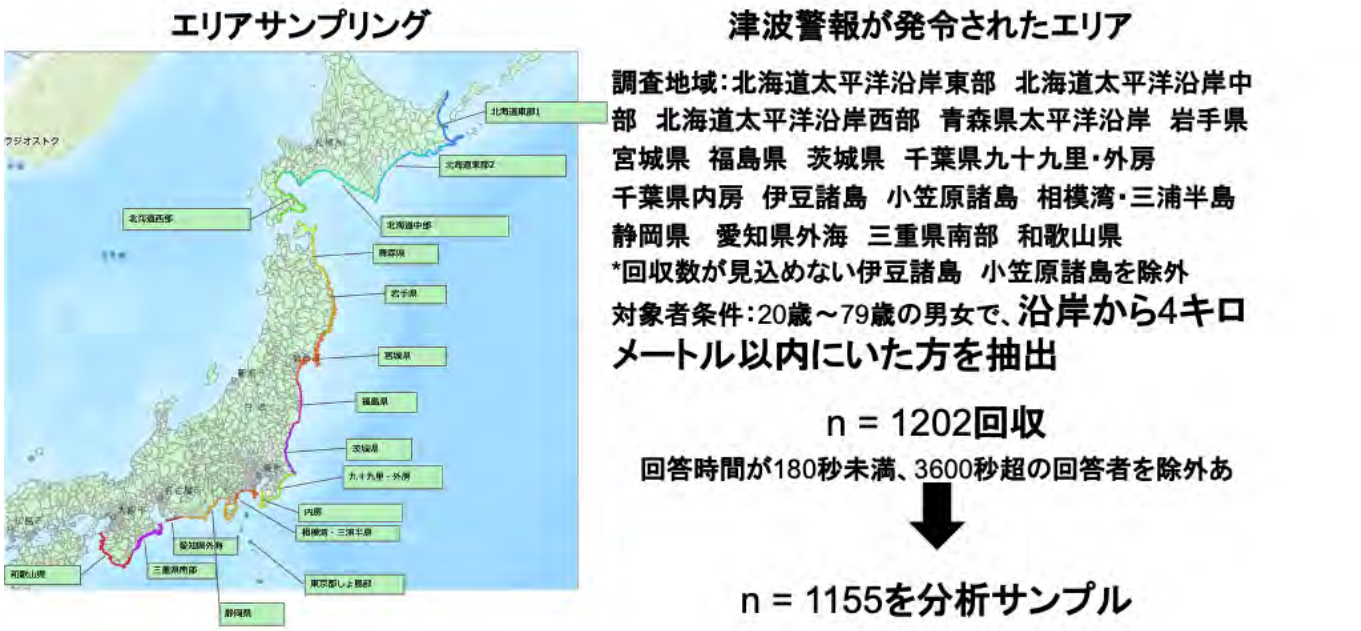


図5 カムチャツカ半島地震の津波避難の調査のサンプリング法(調査対象者選定)

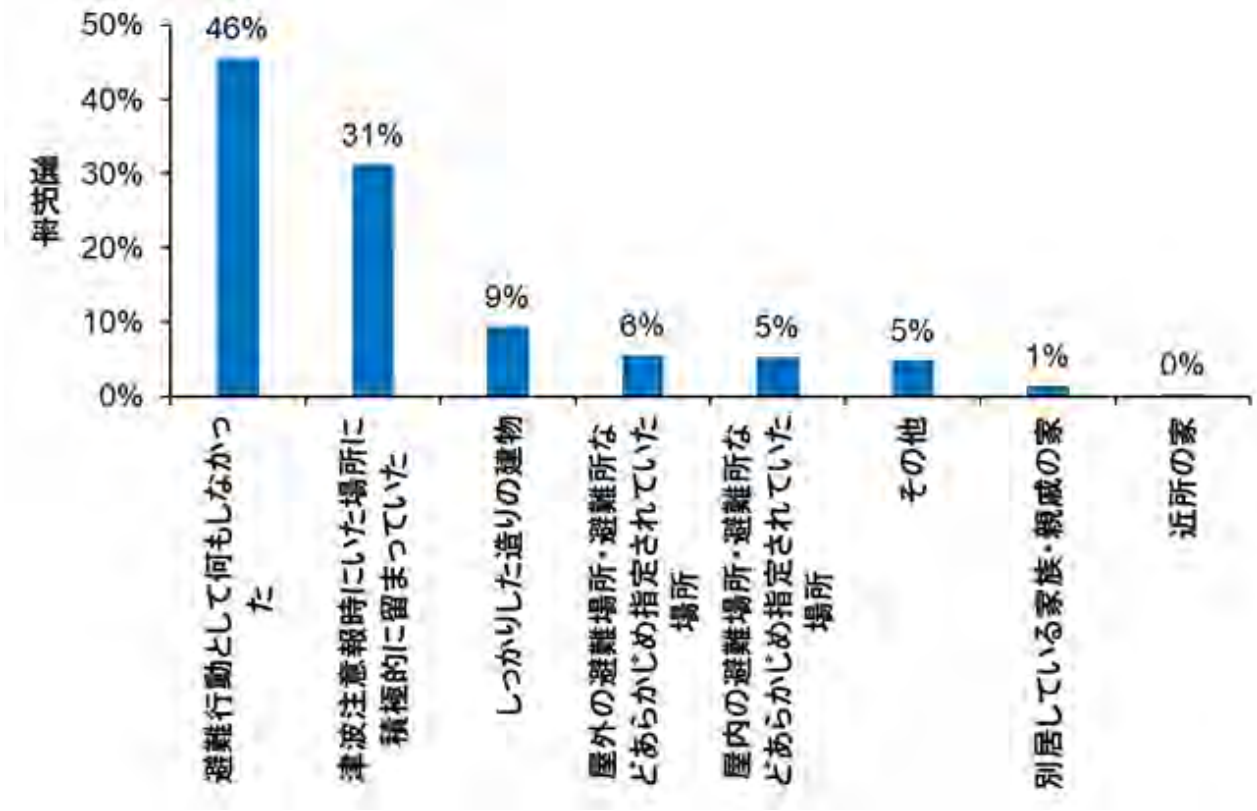


図6 カムチャツカ半島地震の津波避難の調査の津波注意報時の避難行動

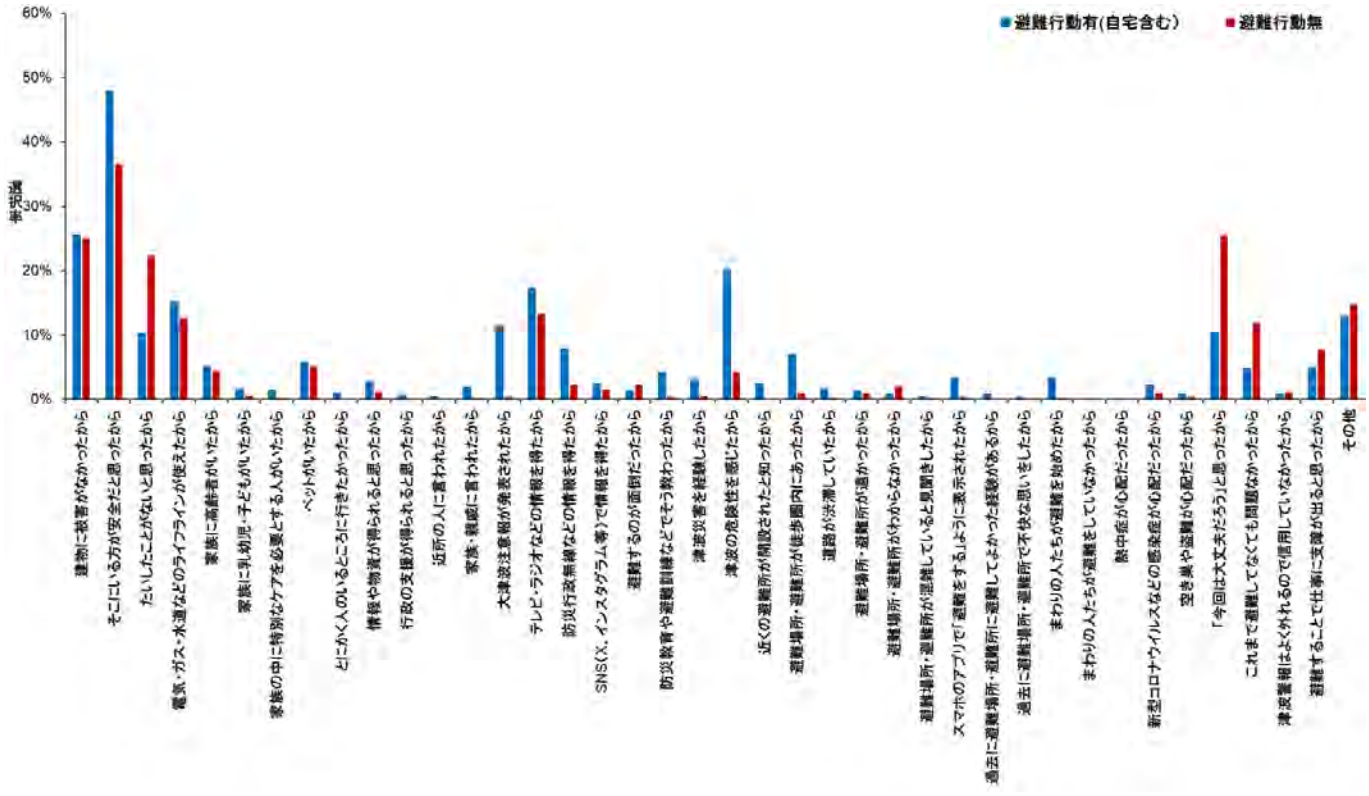


図7 カムチャツカ半島地震の津波避難の調査の津波注意報時の避難行動と有無と選択理由

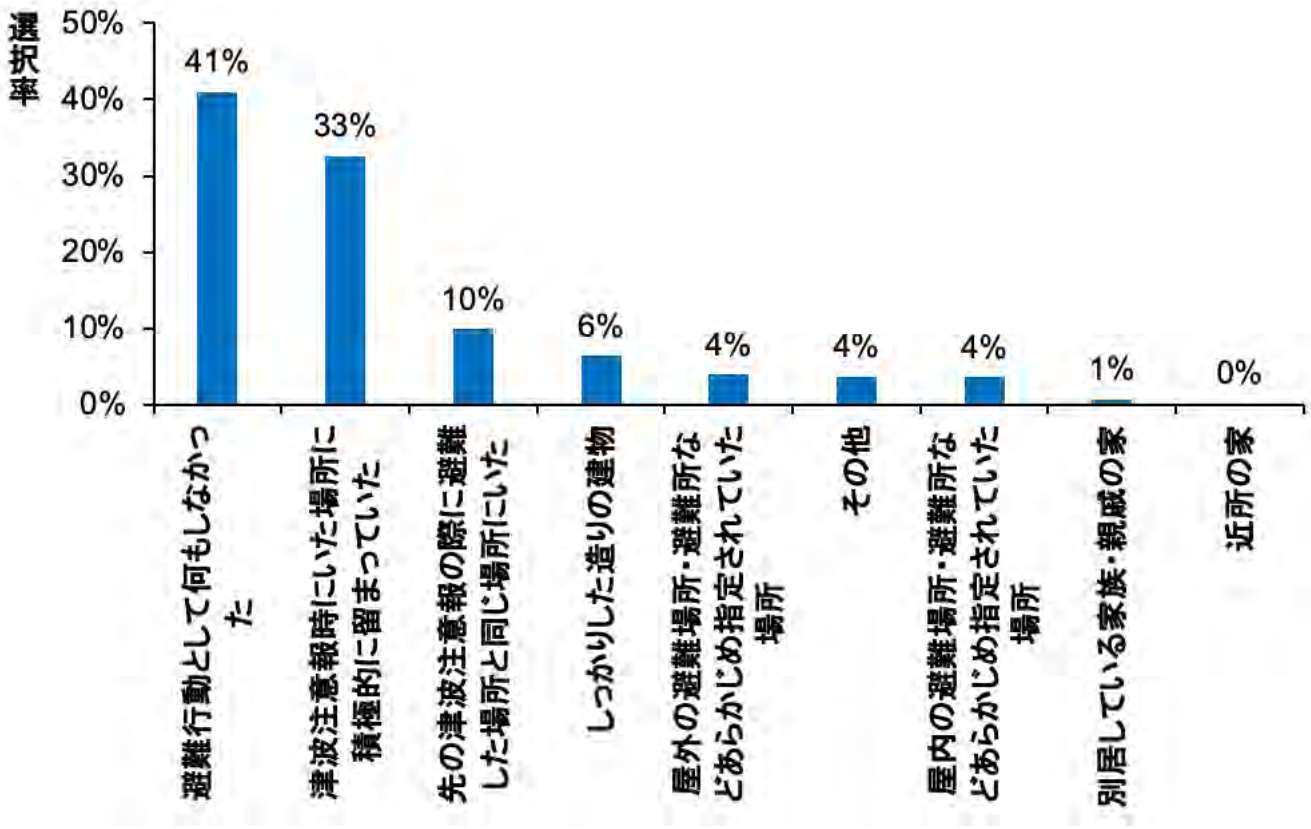


図8 カムチャツカ半島地震の津波避難の調査の津波警報時の避難行動

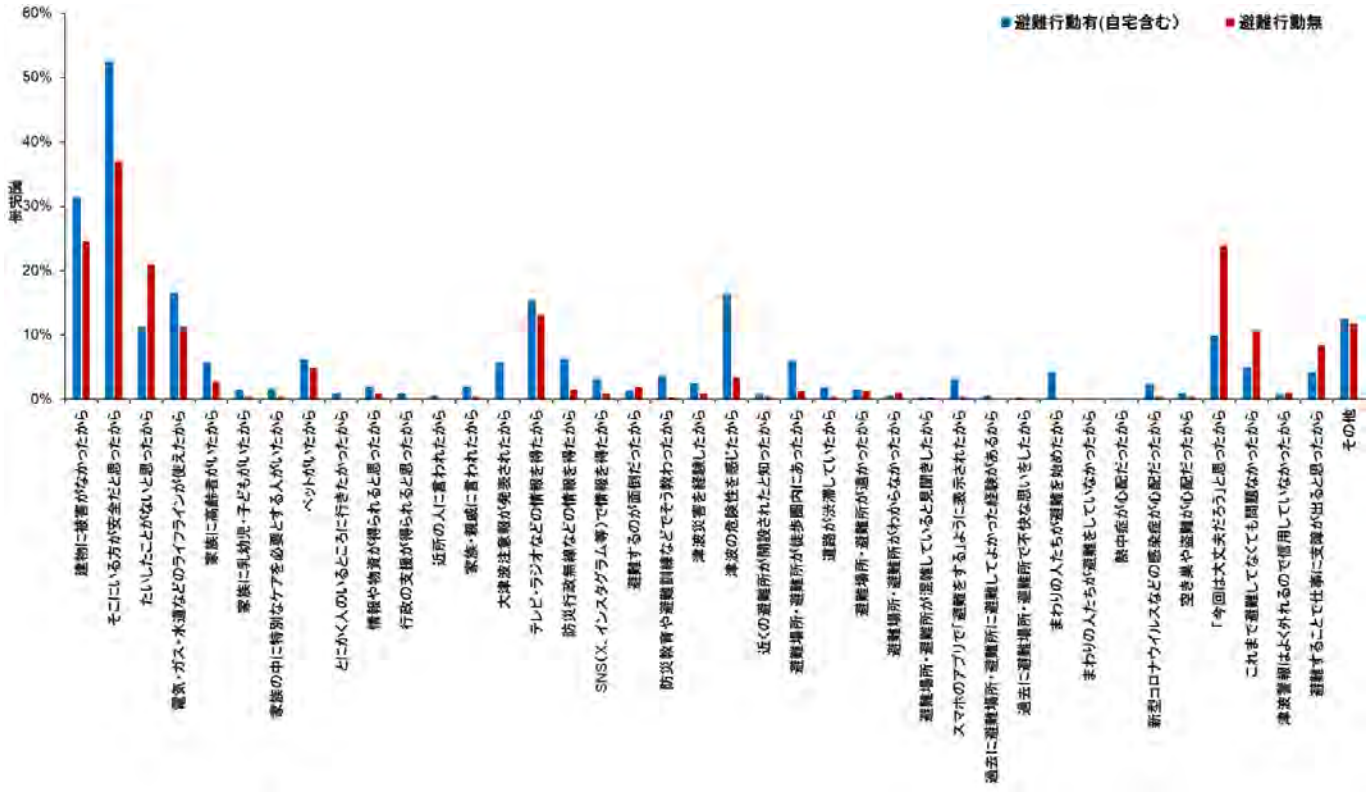


図9 カムチャツカ半島地震の津波避難の調査の津波警報時の避難行動と有無と選択理由

令和７年度年次報告

課題番号：KOBE01

（1）実施機関名：

神戸大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）九州における多様な活火山を対象としたマグマ供給系解明のための総合的研究
（英文）Comprehensive study for elucidation of magma plumbing systems of diverse active volcanoes in Kyushu

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究の目的は，九州の多様な活火山を対象に，マグマ供給系の解析を行い，マグマ供給系をイメージングし，また長時間スケールにおける進化を明らかにすることである．九州は，小規模から大規模な火山まで，陸域から海域の火山まで多様な活火山を擁している．神戸大学海洋底探査センターでは，令和5年度までの間に，海域の鬼界カルデラ火山に関する研究を中心として，九州の火山を中心にした研究を展開してきた．本研究ではこれまでの研究を継続発展させ，以下の点を5年間で明らかにすることを計画している：

テーマA： 様々な規模の九州の活火山における噴出物の物質科学的研究による火山地下のマグマ供給系の多様性の解明：異なる活動度（マグマ噴出率）の火山のマグマ供給系の比較研究を中心とする．マグマ噴出率において，高噴出率（>1km3/ky；阿蘇，姶良など），中噴出率（1~0.1km3/ky；九重など），低噴出率（<0.1 km3/ky；由布など）の火山を対象に，数万年の時間スケールのマグマの岩石学的および地球化学的変遷を，先研究のデータのコンパイルとともに，火山噴出物の微小領域分析を手法の中心として，マグマの発生，分化，集積などのマグマ供給過程の火山の活動規模による共通点，相違点を明らかにし，火山規模を支配するメカニズムの解明を目指す．

テーマB：九州の活火山における熱水・噴気の地球化学的研究によるマグマ＝熱水系における物質循環の解明：現在も活動をする火山周辺の熱水域において，熱水試料・噴気試料の継続的な採取を行い，マグマ性流体の指標物質（Clなど）の濃度と同位体比（Sなど）の経時変動をモニタリングする．マグマ性流体が地下水系に取り込まれる量，取り込みが起こる際の物理化学環境（温度,pH,酸化還元電位）に関する情報を取得し，マグマ＝熱水系内部で進行する化学反応進行を考察する．

テーマC：海域カルデラ火山（主として鬼界カルデラ火山）の総合研究：地球物理学的手法によるマグマ供給系イメージングおよび岩石試料の物質科学的解析により推定されたマグマ供給系の進化モデル（テーマAとBと関連）との比較・検討を行うことで，7,300年前に起こった大規模噴火（鬼界アカホヤ噴火）から現在にいたるマグマ供給系変遷と噴火過程の理解を進める．より詳細には以下のC1～C3を行う．

(C1) 地球物理学的な手法による探査・観測で得られたデータ解析によるスラブ直上の上部マントルから地殻までのマグマ供給系のイメージング：これまでに実施してきた海底長期観測のデータの解析を

さらに進めることで，鬼界カルデラ火山下におけるスラブ直上の上部マントルから地殻までの地震波速度構造，比抵抗構造を推定し，現時点におけるマグマ供給系のイメージングを行う．

(C2) DASなどによる新たな地球物理学的データ取得によるマグマ供給系モニタリングの高精度化：鬼界カルデラ縁辺の三島（竹島・薩摩硫黄島・黒島）と枕崎市とを結ぶ海底光ケーブルを利活用した地震歪計測により，カルデラ周辺域の地震活動度の常時モニタリングを行う．ここでは光ファイバ分布型計測手法（DAS）を適用することにより，海底ケーブル沿いに10ｍオーダーの高密度地震観測網を実現し，従来認知されていない微小地震活動の検出を狙う．また，過去のオフライン臨時海底観測からカルデラ直下での地震活動度の高さは確認済みであり，これらを長期間常時モニタリングすることにより，活動予測に資する観測基盤の構築を図るものである．

(C3) 海域の火砕流の流動堆積過程の解明：鬼界アカホヤ噴火で発生し海上と海底を流れた大規模火砕流を対象に，これまで陸上と海域調査で得られた，堆積物の分布，構成物分析，粒度組成，化学組成などの情報から海域の火砕流の流動堆積過程を明らかにする．また異なる条件で海域を渡った火砕流との比較研究を行い海域火砕流の流動堆積に関する本質的過程を明らかにする．

（6）本課題の５か年計画の概要：

テーマAについて： 5か年で，データの取得と解析を並行して進めていく．最初2年，令和６，7年度では，中低活動度の火山のこれまでの研究のコンパイルを進め，かつ，高活動度火山の姶良火山に関する噴出物分析を進める．その後2年，令和8，9年度では，高～低活動度の火山の噴出物分析を完了する．最後の1年で結果のまとめと発表を中心とする．

テーマB：火山活動周辺の熱水域において，2か月に１回程度の熱水試料・噴気試料の継続的な採取を行う．対象熱水域として，活発なマグマ活動を示している霧島火山（えびの高原硫黄山の熱水と噴気）・九重火山（硫黄山噴気と八丁原地熱域噴気）を予定している．時間変遷を調べることを目的としており，5年間を通じて試料採取と分析を行う．経験的に数年のスパンで活動の段階が大きく推移することが分かっており，そのタイミングで成果の取りまとめと発表を行う．

テーマC：

(C1) マグマ供給系イメージングのため，地震波速度構造と比抵抗構造の推定を行う．速度構造については，広帯域海底地震計データ解析を行い，屈折法地震探査データ解析結果および浅部ローカルトモグラフィ結果を統合し，浅部からスラブ直上の深部までの速度構造の推定を行う．比抵抗構造については，海底電位差磁力計，小型海底磁力計のデータを解析し，火山周辺の詳細な3次元比抵抗構造と広域背景場の2次元比抵抗構造を推定する．その上で，地震波速度構造と比抵抗構造を統合解釈し，マグマ供給系，および，その背景にある沈み込み帯の構造を明らかにする．令和6-8年度で地震，電磁気それぞれのデータの解析を進める．令和7-9年度で地震波速度構造，比抵抗構造と物質科学的データの解析結果との統合を行う．最終年度の令和10年度で，得られたマグマ供給系の知見をまとめ発表する．

(C2) 令和6年度はDASの広帯域化ならびに長距離化を目指した技術開発と試験評価を行い，令和7年度以降リアルタイムでの連続観測を行う．並行してデータの解析を進め，微小地震活動の性質からリアルタイムでの迅速な火山活動評価を行う手法の構築を目指す．

(C3) これまで得られた幸屋火砕流の調査・分析結果と，海及び陸域の流走距離が異なる阿蘇火山および規模が異なるSantorini火山の火砕流の海底および陸域堆積物との比較研究を行い海域火砕流噴火噴出物に関する本質的過程を明らかにする．令和6-7年度は阿蘇火山火砕流の陸上および海底堆積物調査および粒度組成，構成物量比，化学組成の分析を行う．令和8-9年度はSantorini火山で海底掘削されたカルデラ噴出物についてサンプルリクエストを出し，海底堆積物の記載および同様の分析を行う．令和10年度に3火山の結果をまとめ考察を行う．

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本研究では，九州の多様な活火山を対象に，マグマ供給系の解析とイメージングし，噴火時の噴出物挙動を明らかすることを目的としている．本年度の研究により，以下の成果を得た．

テーマA：　火山の活動多様性を生むメカニズムを明らかにするため、九州の様々な火山のマグマの性質の解析を進めた。阿蘇火山に関しては、大規模マグマの生成メカニズムに関する論文を発表した。姶良火山に関しては、AT噴火のマグマと類似する岩戸噴火マグマのメルト包有物の詳細な化学分析を行い、データのまとめと解析を進めている。鬼界火山については、7.3kaに起こった鬼界アカホヤ噴火

とその後の火山活動のマグマ供給系に関し、本源的なマグマの特定を行い、マグマの多様性が本源マグマの分化により説明できること、鬼界アカホヤ噴火後にマグマ分化場が酸化的になったことを明らかにした。由布・鶴見火山および九重火山に関しては、これまでの先研究をまとめるとともに新たな分析を行い、マグマを分類して詳細な分析試料の決定を行った。また、阿蘇火山と九重火山の比較において、マグマ溜まりへの未分化マグマの注入過程において、溜まり内マグマの密度と噴火における注入された未分化マグマの産状との関係を示した。さらに、これらの研究に関連して、多成分揮発性物質の発泡分化によるマグマ中濃度の変化に関する半定量的熱力学的モデルを新たに構築した。

テーマB：　霧島えびの高原硫黄山の火口湯だまりから熱水試料の採取を行い、主要陽イオン、陰イオン組成などの化学分析を行う化学モニタリングをほぼ３か月に１回の間隔で継続的に実施した。2025年に得られた熱水の化学的特徴は、基本的に前年の傾向を継続しており、2025年6月から始まった新燃岳の噴火に関連した経時変動は認められなかった。硫黄山南火口に形成された湯だまりの熱水は、2018年から2025年までの観測期間のほぼ全てにわたって100℃近い高い温度とpH<2の強い酸性という特徴を維持している一方で、その化学組成には顕著な経時変動が認められている。最も顕著な変動は2021年以前にCl/SO4 比が0.1より低い値だったのが、2023年以降現在まで1を越える高い値になった変動である。現場で計測したORP計の計測値からEh（酸化還元電位）を計算し整理したところ、2021年以前はEh>600mVと酸化的な環境であったものが2023年以降にEh<500mVとやや還元的な環境に変動していることがわかった。これに加えて、主要陽イオン組成では、2023年10月以降にそれ以前よりアルカリ元素に富む組成が目立つようになった変動も確認された。湯だまり熱水中に見られる懸濁物を構成する鉱物の組み合わせが、2022年冬以降とそれ以前との間はかなり異なっていることがわかっており、湯だまり熱水の化学組成の経時変動との関係が示唆される。

テーマC1：　鬼界カルデラ火山を横断する測線での屈折法地震探査によりP波速度構造を推定した。その速度構造には、鬼界カルデラ直下に速度低下率15%以上（最大22%）の台形状低速度異常域が存在し、その低速度異常から溶融率を推定した。その結果、溶融率が3%以上と推定された溶融領域は、地殻浅部である深度2.5–6 kmに広がることが分かった。この結果と岩石学的知見を統合し、巨大噴火時の浅部マグマ溜まりと同一位置へのメルトの再注入モデルを提案した（論文投稿中）。一方、多数の海底電位差磁力計観測で得られた電磁気観測データの3次元解析により、比抵抗構造を推定した。この結果、低比抵抗領域がカルデラ直下に存在し、それが20km以深のモホ面付近より深部では水平方向に広がる描像を示した。

テーマC2：　海底光ファイバ通信網を利用した海底火山の地震活動モニタリングのための観測網展開計画の実現に向け、離島間DAS地震観測網の構築に向けたフィージビリティスタディを行った。既設の海底光ファイバ通信網の空芯線に分布型音響センシング（DAS）技術を適用して島嶼域における地震観測網の構築を目指している。2024年3月より鹿児島県三島村の海底光ファイバ通信網を利用し、鬼界カルデラ火山活動の常時モニタリングを行なっている。ここでは、安定化レーザー光源装置をDAS計測装置に接続することにより、0.01～500Hzの広帯域観測を実現している。また、2025年8月に薩摩硫黄島局舎にて、竹島、黒島からの光ファイバを接続することにより、120kmを超える長距離測線観測を開始した。今後、薩摩硫黄島局舎で光増幅することによりシグナルレベルの改善を図る。将来的には、従来観測空白域である島嶼域においても高感度・高密度地震観測網の構築を目指している。

テーマC3：　鬼界アカホヤ噴火で発生した幸屋火砕流は、噴出源で噴煙柱が崩壊して火砕流となったが、海水より重い部分は海底を重力流として流れ、軽い部分が海面上を流走した。このような海上を流走する火砕流の流動堆積機構解明のため、屋久島で4地点で新たな幸屋火砕流の定置温度解析を行った。1地点につき10定方位試料を採取し、段階熱消磁による定置温度見積もりを行い、硫黄島、薩摩半島、大隅半島、種子島、屋久島の定置温度も合わせて比較した結果、以下のことが分かった。（１）幸屋火砕流の定置温度は硫黄島では590度以上で、海上を渡り遠方に到達すると500℃以下に下がる。（２）大隅半島は他の地点よりも定置温度が高い。（３）屋久島はカルデラからの距離が近く、渡った海の距離も短いが、定置温度が低い。今後、これらの原因を明らかにし、幸屋火砕流の定置温度を制御する要因について検討する。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

テーマBでは，マグマ活動の変化によりその影響が比較的早く地表に現れることが期待される火山熱水を評価，テーマC1では高精度の地球物理学的手法を用いた地下イメージングによる地下マグマ現在状

況の把握，テーマC2ではDASによる火山活動の常時モニタリング体制の構築，テーマC3では火砕流噴火のハザード評価において、災害の軽減に貢献に直接資する。テーマAは，様々な活動タイプの火山のマグマ供給系を理解することを目的とした長期的火山活動評価の基礎研究として位置付けられる。今後においても，以上の研究を進めることにより，短時間から長時間のタイムスケールにおける火山活動予測の原理とその手法の理解発展を目指し，現在の火山活動状況の発信、噴火予測のために効果的なモニタリング手法の提言などを目指したい。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

McIntosh, Iona M., Morihisa Hamada, Takeshi Hanyu, Reina Nakaoka, Maria Luisa G. Tejada, Takashi Mi-ya-zaki, Kenta Ueki, Bogdan S. Vaglarov, Tomoki Sato, Satoru Tanaka, Katsuya Kaneko, Koji Ki-yosugi, Yojiro Yamamoto, Keiko Suzuki-Kamata, Nobukazu Seama, Yoshiyuki Tatsumi, 2025, Degassing, po-rosity and hydration age characteristics of a giant submarine lava dome: Implica-tions for post-caldera volcanism of the Kikai caldera, Japan, Journal of Volcanology and Geother-mal Research, 467, 108427,. https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2025.108427., 査読有, 謝辞有

Yamamoto,Y., A. Ito, Y. Ishihara, M. Obayashi, S. Tanaka, H. Nakamichi, H. Yakiwara, Y. Nakatani, H. Sugi-oka, H. Otsuka, and T. Matsuno, 2025, Magmatic system of the Kikai submarine caldera, SW Japan, im-aged by passive seismic tomography, J. Volcanol. Geotherm. Res., 465, 108369, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.108369., 査読有, 謝辞無

Kikuchi，R, Kaneko, K, Bachmann, O, 2025, Magma generation processes for large, zoned ignimbrites of Aso volcano, SW Japan: insights from geochemical variation of melt inclusions and groundmass, Con-tributions to Mineralogy and Petrology, 180, https://doi.org/10.1007/s00410-025-02232-6., 査読有, 謝辞無

Kikuchi，R, Kaneko, K, Bachmann, O, 2025, Correction to: Magma generation processes for large, zonedignimbrites of Aso volcano, SW Japan: insights from geochemical variation of melt inclu-sions and groundmass, Contributions to Mineralogy and Petrology, 180, https://doi.org/10.1007/s00410-025-02232-6., 査読有, 謝辞無

McLean, D, P.G. Albert, G. Jones, R.A. Staff, A. Francke, S.O. Vineberg,J.J. Tyler, M. Saito-Kato, T. Sagawa, K. Kaneko, H. Buckland, T. Suzuki,J.-I. Kimura, Q. Chang, H. Hoshizumi, Y. Miyabuchi, C.J. Manning, K. Yamada,I. Kitaba.Ikehara, SG14 Project Members, T. Nakagawa, V.C. Smith, 2026, Evidence that the Aso-3 caldera-forming eruption (southwest Japan) marks the termination of Marine Isotope Stage (MIS) 6,Quaternary Science Reviews 377,https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2026.109837., 査読有, 謝辞無

Simon, Joel D., Frederik Jozef Simons, Jessica Claire Elizabeth Irving, Wenbo Wu, Masayuki Obayashi, Yong Yu, Yongshun John Chen, Hiroko Sugioka, Yann Michel Hello, 2026, Hydroacoustic obser-vations of the 15 January 2022 Hunga Tonga-Hunga Ha'apai eruption: The role of bathymetry along the path, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 131, e2025JB032996, doi: 10.1029/2025JB032996., 査読有, 謝辞無

Akuhara, Takeshi, Kazuya Shiraishi, Takeshi Tsuji, Yusuke Yamashita, Hiroko Sugioka, Atikul Haque Fara-zi, Shukei Ohyanagi, Yoshihiro Ito, Ryuta Arai, Eiichiro Araki, Gou Fujie, Yasuyuki Nakamura, Takashi Tonegawa, Ryosuke Azuma, Ryota Hino, Kimihiro Mochizuki, Shunsuke Takemura, Tomoaki Yamada and Masanao Shinohara, 2026, Structural barriers control the spatial extent of slow earthquake slip, Nature Communications, 17, 1431, doi: 10.1038/s41467-025-68179-1., 査読有, 謝辞無

Nakano, Masaru, Tomoya Nakajima, Eiichiro Araki, Hiroko Sugioka, Aki Ito, Hiroyuki Matsumoto, Takashi Yokobiki, Takashi Tonegawa, Shigeaki Ono, Seismic activities at Kikai

Caldera, Japan, detected using dis-tributed acoustic sensing via seafloor telecommunication cables, J. Volcanol. Geotherm. Res., 469, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.108498, 2026., 査読有, 謝辞無

Shito, Azusa, Daisuke Suetsugu, Akira Ishikawa, Masako Yoshikawa, Takehi Isse, Hajime Shiobara, Hiroko Sugioka, Aki Ito, Yasushi Ishihara, Satoru Tanaka, Masayuki Obayashi, Takashi Tonegawa, Junko Yo-shimitsu, 2025, Dike Swarms in the Oceanic Lithosphere Beneath the Ontong Java Plateau, Geophysical Re-search Letters, 52, e2025GL115219, doi: 10.1029/2025GL115219., 査読有, 謝辞無

Azua, Kellen, Satoshi Ide, Seiya Yano, Sergio Ruiz, Hiroko Sugioka, Hajime Shiobara, Aki Ito, Matthew Miller, Hikaru Iwamori, 2025, Shallow Tectonic Tremors Reveal the Beginning of the Slab Win-dow at the Chilean Triple Junction, Geophysical Research Letters, 52, e2025GL115019, doi: 10.1029/2025GL115019., 査読有, 謝辞無

Yamamoto, Y., Aki Ito, Yasushi Ishihara, Masayuki Obayashi, Satoru Tanaka, Haruhisa Nakamichi, Hiroshi Yakiwara, Yukihiro Nakatani, Hiroko Sugioka, Hironori Otsuka, Tetsuo Matsuno, 2025, Magmat-ic system of the Kikai submarine caldera, SW Japan, imaged by passive seismic tomography, J. Volcanol. Geotherm. Res., 465, 108369, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.108369., 査読有, 謝辞無

Nolet, Guust, Nguyen Ba Hoang, Sébastien Bonnieux, Yuko Kondo, Fanchao Kong, Masayuki Obayashi, Karin Sigloch, Joel D. Simon, Frederik J. Simons, Hiroko Sogioka, Junko Yoshimitsu, Qinling Zhang, Si-rawich Pipatrathanporn, 2025, Picking first arrivals in hydroacoustic seismograms from MERMAID floats, 10.26443/seismica.v4i1.1505., 査読有, 謝辞無

Tonegawa, T., T. Akuhara, Y. Yamashita, H. Sugioka, M. Shinohara, S. Takemura. T. Tsuji, 2025, Accretion-ary prism deformation and fluid migration caused by slow earthquakes in the Nankai subduction zone, Sol-id Earth,16, 579-592, doi: 10.5194/se-16-579-2025., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

小畑 拓実, 松野 哲男, 南 拓人, 臼井 嘉哉, 市原 寛, 巽 好幸, 杉岡 裕子, 大塚 宏徳, 島 伸和, 2025, 3-D resistivity structure beneath the Kikai submarine caldera volcano, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC36-05

小畑 拓実, 松野 哲男, 南 拓人, 臼井 嘉哉, 市原 寛, 巽 好幸, 杉岡 裕子, 大塚 宏徳, 島 伸和, 2025, Resistivity structure beneath the Kikai submarine caldera volcano and tidally induced EM signals from OBEM observations, 地球電磁気・地球惑星圏学会2025年秋季年会, R003-P08

島伸和，長屋暁大，藤江剛・田中聡・小平秀一，杉岡裕子, 2026, 鬼界カルデラにおける巨大噴火後の浅部マグマ溜まりへのメルト再注入, 海と地球のシンホ゜シ゛ウム2025, 1-5

島伸和，2026，総合研究から見た鬼界カルデラ火山：巨大噴火の実像と現在の姿，京都大学防災研究所 共同研究 一般研究集会：「東北地方太平洋沖地震から15年　- 電磁気学研究の進歩と現状，今後の課題 -」，A09: 記念講演

石橋純一郎,宮本知治,松島健,山中寿朗,田島靖久，2025，霧島硫黄山噴火後の熱水化学組成の経時変動（VI)，日本火山学会2025年秋季大会，P67

菊池瞭平，藤本和希，金子克哉，石橋純一郎，2025，九州中部の九重火山と阿蘇火山の珪長質マグマ噴火で見られる産状の異なる苦鉄質マグマ噴出への岩石学的考察，日本火山学会2025年秋季大会，B3-04

田島靖久，石橋純一郎，鈴木桂子，松島健，宮本知治，島田和彦，及川純，村田健史，2025，霧島火

山，硫黄山周辺における2018年噴火後の熱水活動，日本地球惑星科学連合2025年大会,SVC32-16.

菊池瞭平，藤本和希，石橋純一郎，金子克哉，2025，高結晶量珪長質マグマと低結晶量珪長質マグマの岩石学的対比：西南日本の九重火山と阿蘇火山の事例研究，日本地球惑星科学連合2025年大会，SVC34-P21.

尾鼻浩一郎，塩原肇，杉岡 裕子，高橋 努, Riedel Michael, Lange Dietrich, Sun Tianhaozhe, Schaeffer Andrew, Douglas Karen, Côté Michelle, Hobbs Tiegan, Stacey Cooper, Wang Kelin, Heesemann Martin, Scherwath Martin, Hutchinson Jesse, Koichiro Obana, Hajime Shiobara, Hiroko Sugioka, Tsutomu Takahashi, Michael Riedel, Dietrich Lange, Tianhaozhe Sun, Andrew Schaeffer, Karen Douglas, Michell Côté, Tiegan Hobbs, Cooper Stacey, Kelin Wang, Martin Heesemann, Martin Scherwath, Jesse Hutchinson, 2025，海底観測によるカスカディア沈み込み帯北部、バンクーバー島沖の地震活動, 日本地震学会2025年度秋季大会，P09-06.

中野優，中島倫也，荒木英一郎，杉岡裕子，伊藤亜妃，松本浩幸，横引貴史，利根川貴志，小野重明，2025，鬼界カルデラDAS で観測された火山性地震の特徴, 日本火山学会2025年度秋季大会，P88.

大林政行，高橋朋子，細田滋毅，吉光淳子，杉岡裕子，2025，自律型海域火山観測ロボットの開発，日本火山学会2025年度秋季大会，B1-08.

Kondo, Y., H. Sugioka, M. Obayashi, T. Isse, K. Yoshizawa, 2025, Finite-frequency joint tomography of body and surface wave data in the West Pacific region, IAGA/IASAPEI Joint Scientific Meeting.

Isse, Takehi, Hitoshi Kawakatsu, Hajime Shiobara, Hisashi Utada, Nozomu Takeuchi, Ban-Yuan Kuo, PeiYing Patty Lin, Shu-Huei Hung, Ping-Yu Chang, Yih Yang, YoungHee Kim, Sang-Mook Lee, Daisuke Suetsugu, Hiroko Sugioka, Aki Ito, Kazunori Yoshizawa, Three-dimensional radially anisotropic upper mantle shear wave structure beneath the Pacif-ic Ocean incorporating broadband ocean bottom data, IAGA/IASAPEI Joint Scientific Meeting 2025.

Fukao, Yoshio, Tatsuya Kubota, Hiroko Sugioka, Ryo Furue, 2025, A year continued sluggish slip at the Izu-Bonin Trench triggered by a great deep shock, 日本地球惑星科学連合2025年大会，SCG45-43.

Isse, Takehi, Hitoshi Kawakatsu, Hajime Shiobara, Hisashi Utada, Nozomu Takeuchi, Ban-Yuan Kuo, PeiYing Patty Lin, Shu-Huei Hung, Ping-Yu Chang, Yih Yang, YoungHee Kim, Sang-Mook Lee, Daisuke Suetsugu, Hiroko Sugioka, Aki Ito, Kazunori Yoshizawa, 2025, Three-dimensional radially anisotropic upper mantle shear wave structure beneath the Pacif-ic Ocean incorporating broadband ocean bottom data, 日本地球惑星科学連合2025年大会，SIT19-04.

Kondo, Yuko, Hiroko Sugioka, Masayuki Obayashi, Takehi Isse, Kazunori Yoshizawa, 2025, Shear wave velocity structure in deep Ontong Java plateau region by a joint finite-frequency inversion of body and surface wave data, 日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS04-06.

Tabata, Hiiro, Hiroko Sugioka, Masayuki Obayashi, Takayuki Miyoshi, 2025, Low seismic velocity anomaly in the lowermost mantle beneath the Western Pacific Ocean, 日本地球惑星科学連合2025年大会，SIT20-P09.

Araki, Eiichiro, Kohtaro Ujiie, Hiroko Sugioka, Masanao Shinohara, Hajime Shiobara, Takeshi Akuhara, Keisuke Ariyoshi, Takashi Tonegawa, Aki Ito, Shuhei Nishida, Takashi Yokobiki, 2025, Observational Efforts toward Understanding the Slow Slip to the Trench in the Subduction Zone of Megathrust Earthquake Source Regions, 日本地球惑星科学連合2025年大会，SCG45-38.

Choi, Seung-Heon, YoungHee Kim, Hyunsun Kang, Hwaju Lee, Tkahi Isse, Hitoshi Kawakatsu,

Shung-Joon Chang, Sang-Mook Lee, Hajime Shibara, Hisashi Utada, Nozomu Takeuchi, Hiroko Sugioka, 2025, Constraining the Upper Mantle Seismic Anisotropy Beneath the Old-est Pacific Seafloor from Shear-wave Splitting, 日本地球惑星科学連合2025年大会，SIT19-05.

朝田葵，金子克哉，羽生 毅，浜田 盛久，清水 健二，牛久保 孝行，常 青，2025，Melt inclusion insights into Kikai caldera magma evolution after the 7.3 ka caldera-forming eruption，日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC34-11

朝田葵，金子克哉，2025，発泡によるマグマ中の多成分揮発性成分の濃度変化，日本火山学会2025年秋季大会，B3-11

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

テーマA：　前年度の成果をもとに、由布・鶴見、九重、阿蘇、姶良の各火山の詳細な化学分析および結果の解析を進め、これら火山のマグマ供給系の違いとその理由を考察する。また、多成分揮発性物質の発泡分化による組成変化モデルの定量化を進める。

テーマB：　熱水活動の化学モニタリングを継続するとともに、湯だまり熱水の化学組成を変動させる要因の検討を進める。具体的には、熱水の酸化還元電位、鉱物の飽和度といったパラメーターを化学熱力学計算により求め、化学組成との相関を解析する。

テーマC1：　地震および電磁気のデータ解析をさらに進め、地震波速度構造と比抵抗構造の推定精度を高める。また、重力データを活用して密度構造の推定も試みる。これらの構造と物質科学的データの解析結果を統合し、鬼界カルデラ火山下のマグマ供給系の理解を深める。具体的には、鬼界カルデラ火山下に見られる低比抵抗領域について、その比抵抗値から溶融の程度などを評価し、溶融状態の解析などを行うことで、その地球科学的な解釈を進める。

テーマC2：　DAS観測に関し、薩摩硫黄島局舎において光増幅することにより、測線長100km以上におけるシグナルレベルの改善を図る。さらに、島嶼火山活動のモニタリングに有効な地震および地殻変動観測手法の確立を目的としたフィージビリティスタディを実施する。

テーマC3：　これまで得られたデータをもとに、幸屋火砕流の定置温度を制御する要因について検討する。また、追加が必要なデータを検討し、その取得を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

金子克哉（神戸大学海洋底探査センター火山学部門）, 石橋純一郎（神戸大学海洋底探査センター金属鉱床評価部門）, 島伸和（神戸大学海洋底探査センター構造探査部門）, 松野哲男（神戸大学海洋底探査センター構造探査部門）, 南拓人（神戸大学理学研究科惑星学専攻）, 杉岡裕子（神戸大学海洋底探査センター構造探査部門）, 清杉孝司（神戸大学海洋底探査センター火山学部門）, 中岡礼奈（神戸大学海洋底探査センター火山学部門）, 山本由弦（神戸大学海洋底探査センター海底活構造部門）, 鈴木桂子（神戸大学海洋底探査センター火山学部門）

他機関との共同研究の有無：有

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：神戸大学海洋底探査センター
電話：
e-mail：
URL：http://www.k-obec.kobe-u.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：金子克哉
所属：神戸大学海洋底探査センター

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO03

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）宏観異常現象のデータ化と地震との関係

（英文）Digitalization of macroscopic anomalies and their relationship to earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究

(2) 地震発生確率の時間更新予測

イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

宏観異常現象を災害軽減に役立てることはできるのか？この問いに一定の答えを見出すためには、利用できる様々な種類のデータを収集し、時空間的に地震との関係を検証する必要がある。本研究では多岐にわたる宏観異常のうち、どの現象が地震災害軽減に役立つ可能性があるのかを調査する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1. 鯨類のマス・ストランディング（集団座礁）と巨大地震との関係について

2025年7月30日に発生したカムチャツカ半島付近の地震（マグニチュード: M8.8）前日の午後6時半頃、千葉県館山市の平砂浦海岸にマッコウクジラ4頭が打ち上げられた（https://www3.nhk.or.jp/news/html/20250730/k10014879211000.html）。そして、このマッコウクジラ4頭のマス・ストランディングとカムチャツカ半島付近の地震との関連が、SNSのみならずマスコミでも一時的に話題となった。この背景には、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の7日前に、茨城県の海岸であったカズハゴンドウ54頭のマス・ストランディングがあると考えられる。

本研究の代表らは、鯨類のマス・ストランディングとその地点から半径200キロ以内で発生した M6.0 以上（震源の深さ100km以浅）の地震との時空間的な相関の有無を検証し、2018年の日本地震学会秋季大会にて発表している。結果は、48回あったマス・ストランディングから30日以内に対象地震が発生したケースは2回だけだった。このとき引用した日本鯨類研究所のストランディングレコードは、国立科学博物館が現在公開しているストランディングデータベースよりも、データ数が少なかったことがわかっている。そこで、本研究では国立科学博物館ホームページにあるストランディングデータベース（https://www.kahaku.go.jp/research/db/zoology/marmam/drift/index.php）を使用した。地震はUSGSのデータを用い、カムチャツカが含まれる北緯4.6度から62.9度、東経101.6度から176.8度で発生したM8.0 以上の20個を対象にした（Fig. 1）。マス・ストランディングは、千葉県および茨城県で確認された31件（Table1）を対象とし、対象期間は千葉県で記録された最も古いマス・ストランディング発生日の1923年1月24日から2025年7月30日までの全期間37444日とした。

Fig. 1　対象範囲と1923年1月24日から2025年7月30日までに発生したM8.0以上の地震20個（USGSのデータより）

Table 1　茨城県と千葉県で記録されたマス・ストランディング31件

Table 1 によれば、マス・ストランディングは、1938年の次が1966年と28年間の空白期間があり、1966年と1990年は24年間、1990年と2001年は11年間の空白期間がある。一方、2001年以降の空白期間は最大で5年間である。また、2001年以降は、2頭など一桁のマス・ストランディングが記録されている。そこで、全期間37444日に加え、2001年2月11日から2025年7月30日までの8936日間についても、Molchan error diagram による統計学的な検証を行った（Figs. 2, 3）。結果、いずれにおいても、τ がゼロに近いところで（先行時間が短い場合に）、p値が0.05を下回った。

Fig. 2　対象全期間37444日間におけるマス・ストランディング31件と地震20個に関する Molchan error diagram
Fig. 3　8936日間（2001/2/11～2025/7/30）におけるマス・ストランディング31件と地震20個に関する Molchan error diagram

Fig. 4 は、先行時間（Lead Time）が最短となるマス・ストランディングと地震の組み合わせについて、その先行時間（Lead Time）と震央距離（Epicenter Distance）との関係を示したマトリックスである。左下ほど、先行時間が短く震央距離も近いマス・ストランディングと地震との組み合わせになる。全31通りの組み合わせは、全体的に右上に多いことがわかる。このことから、マス・ストランディングと地震とは、ほとんどの場合で時間的にも距離的にも遠い（離れている）事象ということになる。

Fig. 4 先行時間（Lead Time）が最短となるマス・ストランディングと地震の組み合わせについて、その先行時間（Lead Time）と震央距離（Epicenter Distance）との関係

Fig.5 は、各県のマス・ストランディング月別発生頻度を表している。千葉県は7月が最も多い。茨城県は5月から10月の半年間はゼロ
で、1月から4月に集中している。東北地方太平洋沖地震7日前のマス・ストランディングは、茨城県で2011年3月4日に発生し、カムチャツカ半島の地震前日のイベントは、千葉県で2025年7月29日に発生している。特に、茨城県のマス・ストランディングについては、季節的な偏りが顕著なので、季節風や海流等の影響を考えた方がよいかもしれない。

Fig. 5 マス・ストランディング月別発生頻度

以上より結果をまとめると以下になる。
・マス・ストランディング31事例のうち、28事例は時間的にも距離（空間）的にもM8.0以上の地震と隣接していなかった。
・残り3事例について、2事例は時間的に隣接していたものの、距離的には 2,500km以上と離れていた。
・地震前兆は、震源に近いほど、地震発生日に近いほど出現しやすいとするなら、茨城県と千葉県のマス・ストランディングが地震前兆とするには無理がある。
・ただし、時間的に隣接していた3事例は関連していた、という主張を完全に否定することは難しい。
・少なくとも、茨城県と千葉県のマス・ストランディングが、現実的に防災・減災に役立つ情報になり得るとは考えにくい。

2. 公的データから探る2004年新潟県中越地震前の地下水異常について

佐藤他（2005）によれば、2004年10月23日新潟県中越地震（M6.8）直後の2004年～2005年冬期の調査で、1993年～1998年に調査された消雪井戸の水温が高温だったエリアで、高温範囲の拡大や水温の上昇などが認められた。また、その後の調査では、この地下水温上昇が中越地震に伴って起こったことが明らかとなった（氏原他, 2006）。一方、震央から北東に約70km離れた新潟県阿賀野市の出湯温泉・川上貞雄氏所有の第2号泉源では、本震に先行する電気伝導度の異常があったとの報告がある（佃, 2008）。新潟県は『公共用水域及び地下水の水質測定結果』を公開している。本研究はこの資料から、2004年新潟県中越地震に先行する地下水異常を示す新たなデータを探すことを試みた。
地下水の測定は基本的に年1回8月に実施されている。新潟県中越地震の約2ヶ月前にも測定されていたことから、先行異常が見出せる可能性があると考えた。そこで、本研究では震源周辺の16井戸から、

2004年8月の測定が記録されている9井戸を対象に、複数ある調査項目から先行研究で地震前の異常が見られたとされる水温と電気伝導度に加え、ペーハー (pH) 値の計3項目について調べた。対象となる期間は、データが残っている1990年から2004年までの15年間である。

何を持って異常とするかについては、年1回の測定のためデータ数が少ないことから、データを小さい順に並べたときに、ある値が「小さい方から数えて何パーセントの位置にあるか」を示す指標であるパーセンタイルを採用した。本研究では、最大および最小から
それぞれ5パーセンタイルを除く90パーセンタイルの範囲に入らない場合を異常値とした。

Table 2 は、全測定項目数に占める異常値を示した項目の割合を示しており、 2004年8月測定値が41%と最も高かった。この異常値が
2004年新潟県中越地震の先行現象だったと言うことは難しいが、先行研究が示した地震後の地下水異常が、地震前から見られていた可能性を否定するものでもない。

Table 2　年度ごとの全測定数と異常値の割合

3. その他

予算不足により昨年度断念した神奈川県温泉地学研究所ナマズの会による井戸水異常の過去データの再検証論文を、本年度は英文査読誌へ投稿した。二人の匿名査読者のうち、ひとりは一部修正を加えればよいとのことだったが、もう一方の査読者からはデータが古く信用できないなどの理由で掲載不可とされた。その後やりとりを重ねたが、最終的に掲載不可と判断された。

一部修正でよいとした査読者であっても、precursorという表現は避けるようにとのことだったので、内容を大幅に見直した上で、次年度に再度英文査読誌へ投稿する予定である。

また、関連する内容として「地震発生のうわさとどう向き合うべきか」といったタイトルで学会発表も行なっている。この発表では、2025年7月5日の災害予言を取り上げ、過去の地震流言の調査からわかったことなどから、研究者が、そして一般市民が地震などの災害予言とどう向き合うべきかについて提案した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究では地震の先行現象として、主に宏観異常現象を扱っている。本報告では、ネット上で関連性があるのではないかと話題になった千葉県および茨城県で発生した鯨類のマス・ストランディング（集団座礁）と、マグニチュード8.0以上の巨大地震との関係について、過去に遡って両者の関連性を検証した。その結果、鯨類のマス・ストランディングが「災害の軽減に貢献する」情報になり得るとは考えにくいものだった。一方、2004年新潟県中越地震に先行する地下水異常の調査では、本震の震源周辺で先行する地下水異常があった可能性が弱いながらも示唆された。このように、様々なデータから宏観異常現象が「災害の軽減に貢献する」情報になり得るか否かを明確にすることが重要であると考える。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

織原義明, 2025, 【再考】鯨類の集団座礁と大地震との関係, 日本地震学会2025年度秋季大会予稿集, P25-10., 査読無, 謝辞有

織原義明, 2025, 地震発生のうわさとどう向き合うべきか, 日本地震学会2025年度秋季大会予稿集, S18-01., 査読無, 謝辞有

織原義明, 2025, 公的データから探る 2004 年新潟県中越地震前の地下水異常, 日本地震予知学会第12回学術講演会アブストラクト集, 25-10., 査読無, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

織原義明, 2025, 【再考】鯨類の集団座礁と大地震との関係, 日本地震学会2025年度秋季大会, P25-10.

織原義明, 2025, 地震発生のうわさとどう向き合うべきか, 日本地震学会2025年度秋季大会, S18-01.

織原義明, 2025, 公的データから探る 2004 年新潟県中越地震前の地下水異常, 日本地震予知学会第12回学術講演会, 25-10.

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

織原義明（東京学芸大学）
他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京学芸大学教育学部
電話：
e-mail：orihara@u-gakugei.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：織原義明
所属：東京学芸大学教育学部

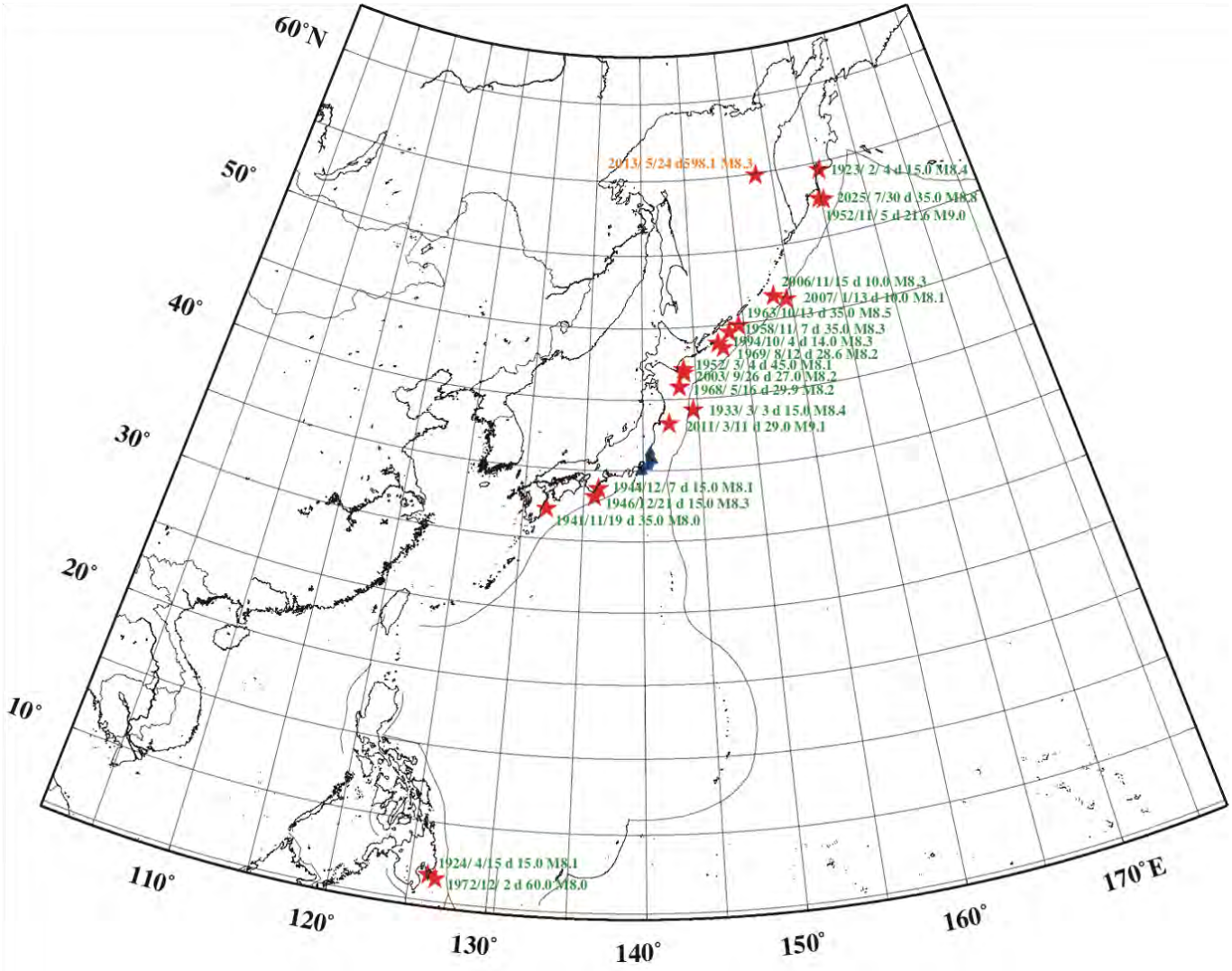


Fig.1 対象範囲と1923年1月24日から2025年7月30日までに発生したM8.0以上の地震20個（USGSのデータより）

y	m	d	Pref.	species	N		y	m	d	Pref.	species	N
1923	1	24	千葉県	ゴンドウ類	240		2006	2	22	千葉県	カズハゴンドウ	2
1927	12	1	茨城県	カズハゴンドウ	113		2006	2	28	千葉県	カズハゴンドウ	67
1928	12	24	千葉県	カズハゴンドウ	120		2006	4	23	茨城県	種不明イルカ	8
1929	11	16	茨城県	スナメリ	16		2008	6	30	千葉県	ハナゴンドウ	2
1938	1	5	茨城県	コビレゴンドウ	130		2010	4	18	茨城県	カズハゴンドウ	4
1966	12	13	千葉県	コビレゴンドウ	100		2011	3	4	茨城県	カズハゴンドウ	54
1990	2	19	茨城県	カズハゴンドウ	30		2011	7	13	千葉県	コマッコウ	2
2001	2	11	茨城県	カズハゴンドウ	53		2012	4	16	茨城県	スジイルカ	2
2001	12	15	千葉県	コマッコウ	2		2013	7	2	千葉県	カズハゴンドウ	5
2002	1	22	茨城県	カズハゴンドウ	2		2013	7	3	千葉県	カズハゴンドウ	2
2002	2	24	茨城県	カズハゴンドウ	24		2013	7	16	千葉県	カズハゴンドウ	5
2002	2	24	茨城県	カズハゴンドウ	85		2015	4	10	茨城県	カズハゴンドウ	156
2002	3	26	茨城県	オガワコマッコウ	2		2020	4	26	千葉県	種不明コマッコウ属	2
2003	11	23	千葉県	スナメリ	4		2023	4	3	千葉県	カズハゴンドウ	32
2005	5	21	千葉県	ハナゴンドウ	3		2025	7	29	千葉県	マッコウクジラ	4
2006	1	23	千葉県	カズハゴンドウ	26							

Table 1 茨城県と千葉県で記録されたマス・ストランディング31件

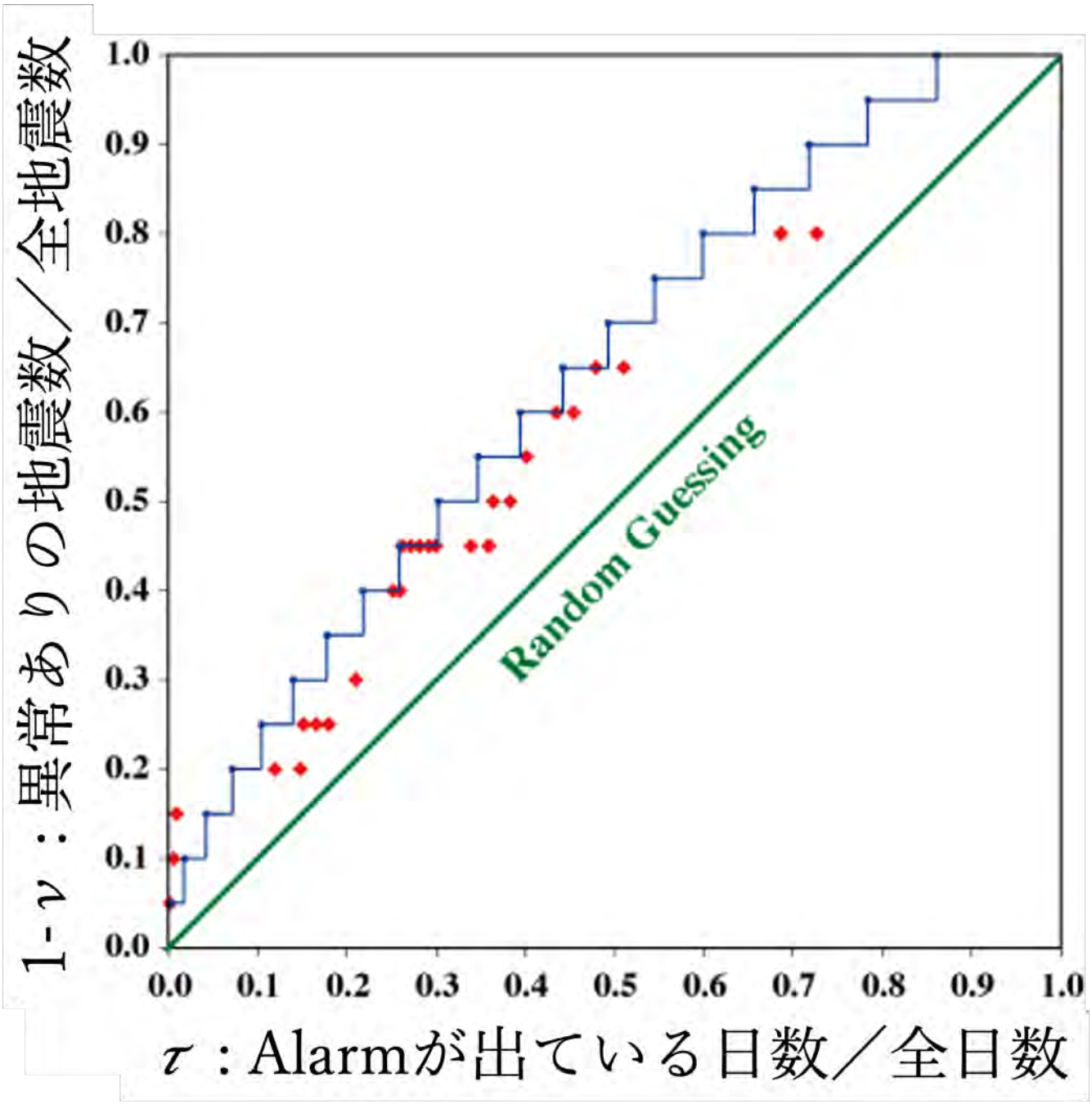


Fig. 2 対象全期間37444日間におけるマス・ストランディング31件と地震20個に関する Molchan error diagram

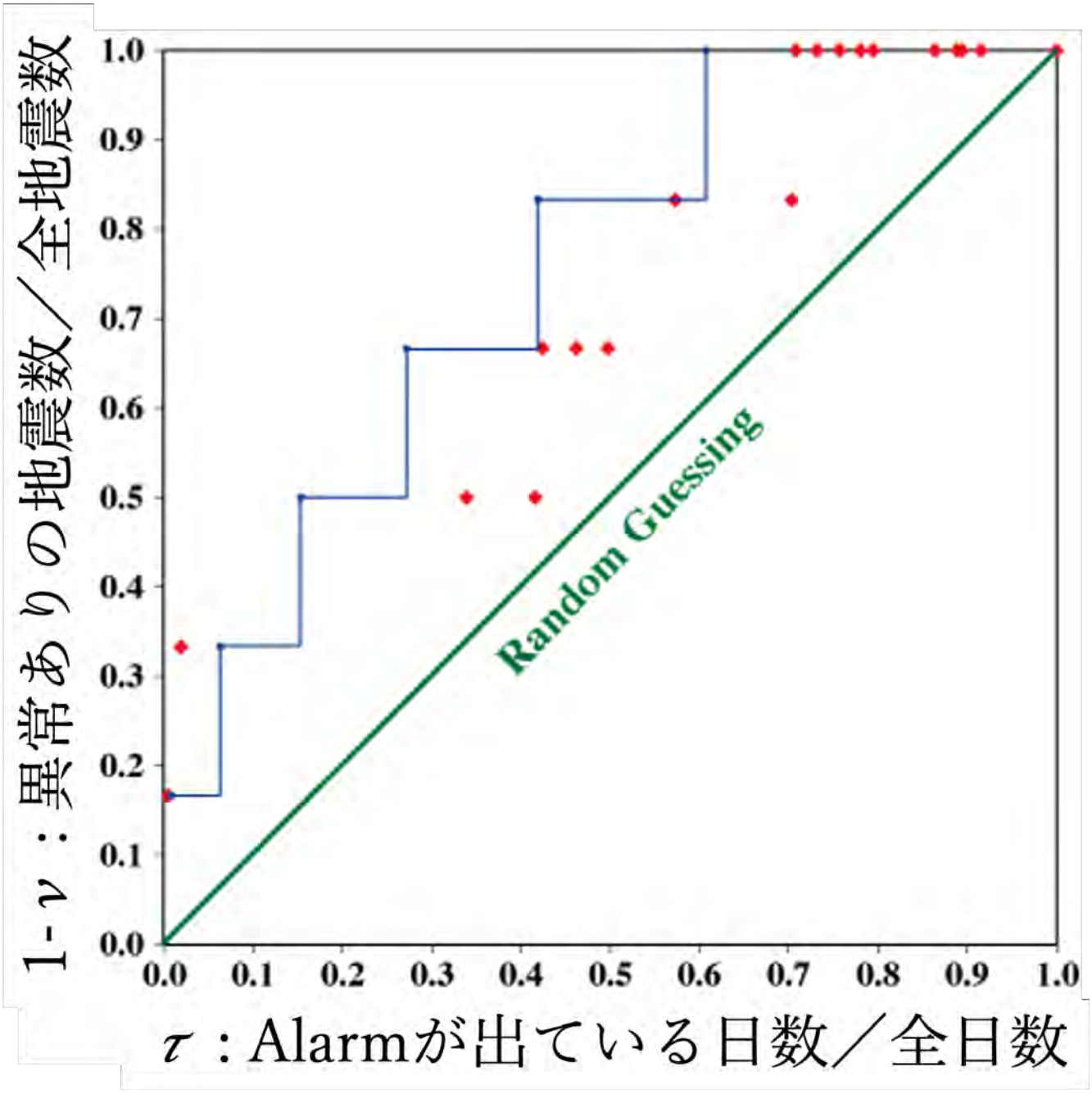


Fig. 3 8936日間（2001/2/11～2025/7/30）におけるマス・ストランディング31件と地震20個に関するMolchan error diagram

Epicenter Distance [km]	1 -10	11 -20	21 -30	31 -40	41 -50	51 -60	61 -70	71 -80	81 -90	91 -100	101 -150	151 -200	201 -250	251 -300	301 -350	351 -400	401 -500	501 -1000	> 1000
2501-3000	1	1																	1
2001-2500																	1	2	4
1501-2000													1	3				1	1
1001-1500																			1
901-1000																			1
801-900																		1	
701-800																		4	
601-700																		2	
501-600																			2
451-500																			1
401-450																			
351-400																		1	
301-350															1				
251-300	1																		
201-250																			
151-200																			
101-150																			
51-100																			
1-50																			

Lead Time [day]

Fig. 4 先行時間（Lead Time）が最短となるマス・ストランディングと地震の組み合わせについて、その先行時間（Lead Time）と震央距離（Epicenter Distance）との関係

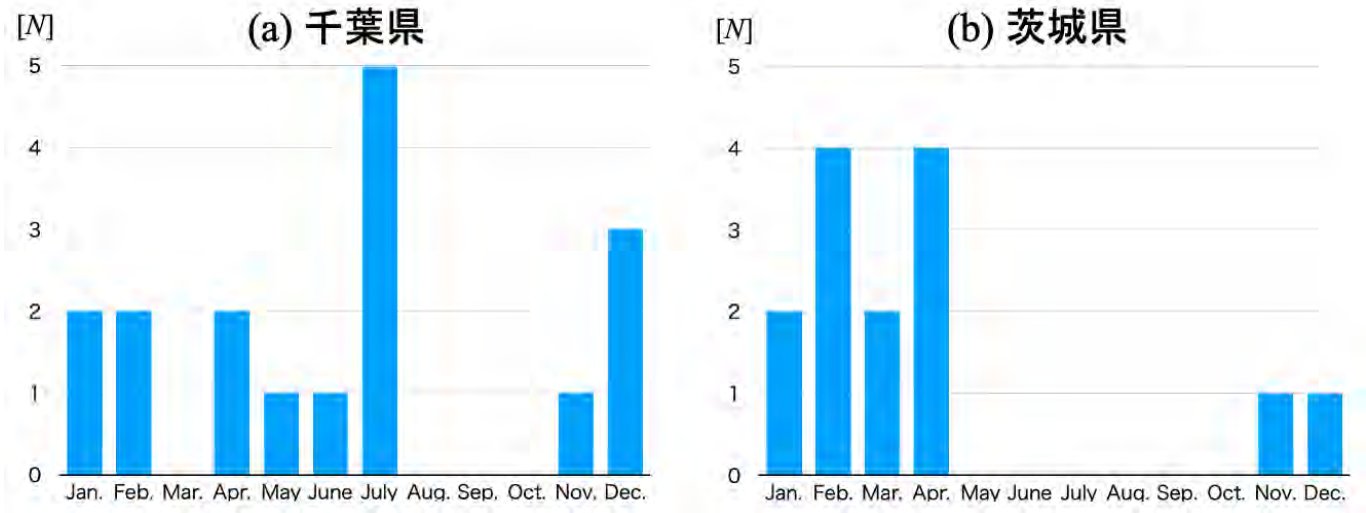


Fig. 5 マス・ストランディング月別発生頻度

年度	測定数	異常値数	異常値の割合
1990	15	5	33%
1991	18	3	17%
1992	21	6	29%
1993	21	1	5%
1994	21	0	0%
1995	21	1	5%
1996	21	0	0%
1997	21	2	10%
1998	21	1	5%
1999	21	3	14%
2000	24	1	4%
2001	27	5	19%
2002	27	3	11%
2003	18	2	11%
2004	27	11	41%

Table 2 年度ごとの全測定数と異常値の割合

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO06

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）鳴子火山・潟沼における地下熱水系の動的変動に関する研究

（英文）A study on dynamic variations in a geothermal groundwater system of Katanuma Pond, Naruko Volcano

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

火山

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

２ 地震・火山噴火の予測のための研究

(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（5）令和７年度の計画の概要：

現在，静穏な状態にある鳴子火山の火口湖・潟沼を対象に，R7年度は同湖の地下水流入量・流出量を長期的に評価することで，地下水系と地下熱源との関係を明らかにすることを目的とした。潟沼は，現在もpH=2.2の超強酸性で，湖底からCO_2, H_2Sなどの火山ガスの噴出が認められる。R7年5月～10月に計4回の現地観測を行い，船上から多項目水質プロファイラーを降下して10cm深間隔の水温・電導度・溶存酸素(DO)の垂直分布を得，同時に湖水・河川水の水質を調べた。特に，水温・電導度の垂直分布で躍層が3つの水深で現れる7月に，採水と採泥を綿密に行った。採泥からは間隙水を採取し，化学分析によって湖水・河川水と同様に無機イオンの組成を調べた。他方，R5年から実施している湖畔での気象観測と湖内2点でのロガー係留系による水温・電導度の連続測定を継続して行った。これらのデータは，潟沼の水・化学物質・熱の収支評価に資した。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

潟沼の湖盆図（**図1**）を用いて，5～8月に顕著に現れるA層～D層の貯熱量変化を各層ごとに求めた。ここでは，特に躍層の存在が顕著なR6年5月と7月の分布(**図2**)を用いた。その結果，下のB～D層は火山ガスによって無酸素層になっており，B層(水深4～8.5m)の貯熱量変化が湖全体の80%を占め，湖底の浅部に熱源が集中していることがわかった。また，表層のA層の貯熱量変化は，湖面の熱収支と4m深までの熱拡散で説明できることがわかった。つまり，B層～D層のみが，地下熱源に接した流入地下水によって形成されていることが明らかになった。他方，潟沼の水・化学物質（ここでは硫酸イオンを使用）の評価から，地下水流入・流出量をR5年12月～R7年7月の無降水期間について求めた(**図3**)。蔵王・御釜と同様，地下水流出量が沼の貯水量と高い正の相関があるとして，流入地下水の硫酸イオン濃度を求めたところ1,856.9 mg/Lと求まり，R7年7月に採取した間隙水の平均濃度1,965 mg/Lとほぼ一致した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況：

本研究は，鳴子火山における地下熱水系の構造をさぐるため，火口湖・潟沼における水・化学物質・熱収支の評価を通して地下水系の規模と地下熱源との関係を明らかにすることを目的としている。R7年度調査により，地下水系の規模が年間を通して推定され，熱源との関係が明らかになった。

・「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望：

2018年1月の本白根山の噴火を例として，かつて噴火の記録がなかった火山でも予期せぬ噴火に備え避難の準備をする必要がある。鳴子火山は，平安時代の潟沼付近を中心とした水蒸気噴火以来，静穏な状態にあるが，火山活動に関するデータの蓄積は，周囲に鳴子温泉街やスキー場があるリゾート地に対する予期せぬ噴火の備えとして非常に重要である。R8年度からは，同じく静穏な状態にある恐山の宇曽利山湖を研究対象とするが，規模の異なる火口湖の地下熱水系の比較は，”静穏な火山活動”に対する多様な視点を提供し，災害軽減に大いに資するものと考える。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

Chikita, KA, Goto, A and Okada, J, 2025, A comparative study on hydrothermal conditions of crater lakes under volcanic activity, 地球惑星連合大会, AHW28-07.

知北和久・後藤章夫・岡田　純・大八木英夫・山口高志，2025, 活火山火口湖の熱と水の循環に関する比較研究，日本陸水学会札幌大会，O-C04,

知北和久・後藤章夫・岡田　純・網田和宏・大八木英夫,2025,活火山火口湖の地下熱水系：鳴子火山・潟沼，日本陸水学会北海道支部大会，HL25-8.

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

知北和久（北海道大学北極域研究センター）

他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道大学北極域研究センター
電話：011-706-9074
e-mail：chikita@sci.hokudai.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：知北和久
所属：北海道大学北極域研究センター

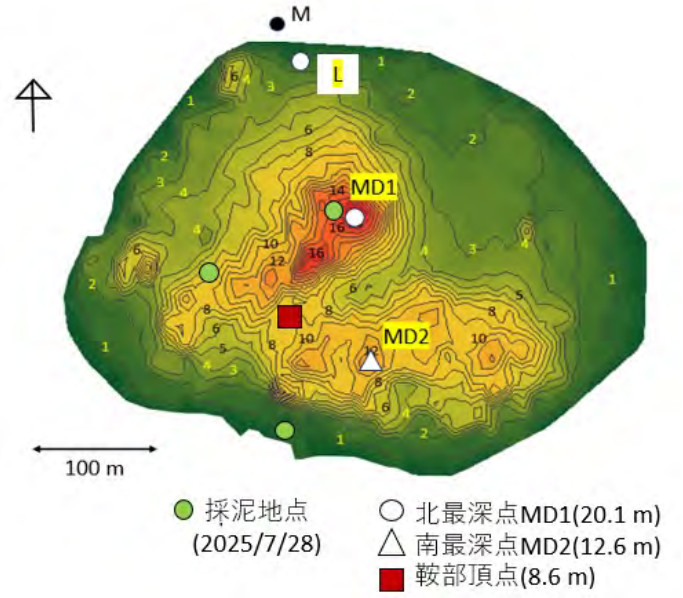


図1.
渦沼の湖盆図と観測点（M:気象，L：水位）及び採泥地点の位置.

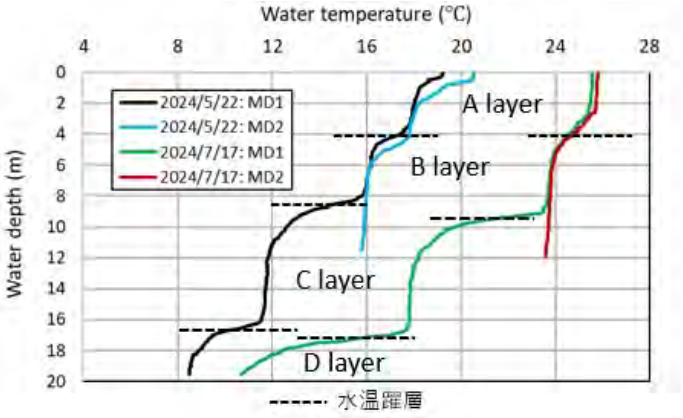


図2.
最深点(MD1 & MD2)におけるR6年5月と7月の水温分布.

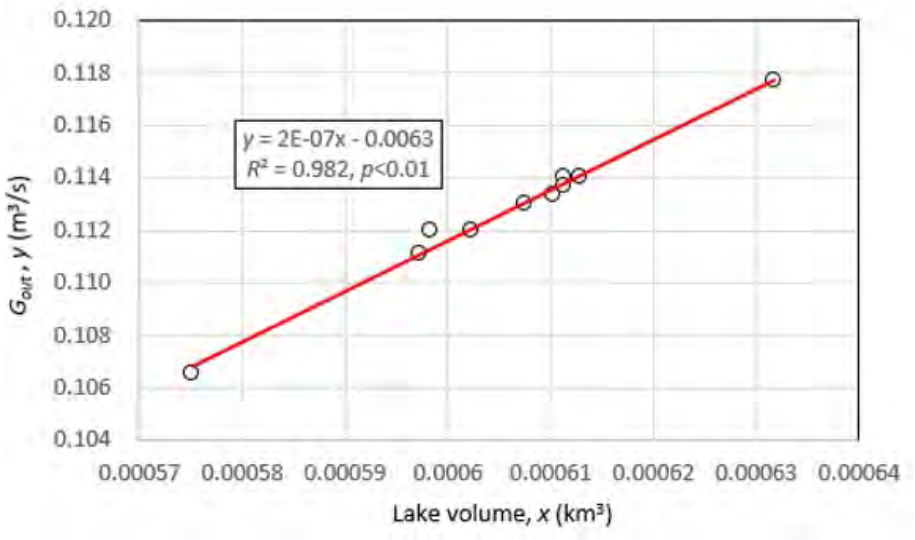


図3.
渦沼における地下水流出量G_{out}と貯留量との関係.

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO07

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）北海道雌阿寒岳火山を対象にした軽石の放射光分析に基づく火砕流発生過程の解明
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）令和７年度の計画の概要：

令和7年度は放射光分析を実施する．分析試料は令和6年度の地質調査で採取した雌阿寒岳火山噴出物のうち，14000年前からはじまった中マチネシリ火砕噴火期1の噴出物（和田ほか2019）を対象とする．このうちステージⅡの中マチネシリ火砕噴火期は火砕流と降下火砕物を繰り返し噴出していることから，火砕流の発生過程解明に適した噴出物である．噴火推移に対するFe^{3+}/Fe_{tot}比の変化を放射光分析によって明らかにする．加えて，噴出物の熱履歴の違いがSiの化学結合状態に変化を与えるかどうかを検証する．

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和6年度に雌阿寒岳火山周辺で採取した中マチネシリ火砕噴火期の火砕流堆積物（M9），降下火砕物（M10），その上部の火砕流堆積物（M11），降下火砕物（M12）に含まれる軽石を対象に，放射光分析を行なった．超音波洗浄機で洗浄後に恒温器で乾燥させ，ふるいにかけた軽石をタングステン乳鉢およびめのう乳鉢を用いて粉末にし，カーボンテープで試料ステージに貼り付けて分析を実施した．軽石試料の一部は業者委託のメスバウアー分光法によってFe^{2+}およびFe^{3+}濃度の分析を実施し，放射光分析でのFe^{3+}/Fe_{tot}比定量の標準試料とした．放射光分析はニュースバル放射光施設ビームライン(BL-10)にて実施した．Fe $L_{2,3}$端を対象にした分析は690 eVから750 eVのエネルギー範囲を，Si $L_{2,3}$端を対象にした分析は100 ev 120 evのエネルギー範囲で実施した．Fe $L_{2,3}$端の分析では産業技術総合研究所の地球科学標準物質（JR-3およびJA-1a）とメスバウアー分光法によって分析した試料を標準資料とし，Fe^{3+}/Fe_{tot}比定量の検量線の作成を行なった．Si $L_{2,3}$端の分析では100から110eVおよび110から120eVの範囲にピークが確認でき，これらのピークの違いが噴出物の熱履歴の違いを反映するかどうかを検討している．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

目の前で噴火している火山が今後どのような活動に移行するのかを推定し，そこから適切な防災・減災対策につなげていくためには，噴火推移と火山噴出物の変化に関するデータを蓄積することが重要である.本研究では火砕流を複数回発生した雌阿寒岳中マチネシリ火砕噴火期1に対してFe^{3+}/Fe_{tot}比の変化，Siの化学結合状態に着目し，噴火推移に対する軽石のFe^{3+}/Fe_{tot}比やSiの化学結合状態の変化，

気泡組織の変化に関するデータの蓄積を進めている. 今後噴火推移とFe^{3+}/Fe_{tot}比，Siの化学結合状態の変化の関係をさらに詳しく調べることで，これらのデータが噴煙の温度変化を読み取る手段として利用できること，火砕流発生を予測するデータとして有用である可能性を提案できる.

(7) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

佐野 恭平，原田 哲男，山川 進二，佐藤 鋭一，和田恵治，2025，火砕流発生メカニズムを解明するための軽石の放射光分析～摩周火山と雌阿寒岳火山の例～，日本地球惑星科学連合2025年大会，SVC33-P07

(8) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

佐野恭平（兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科）
他機関との共同研究の有無：有
和田恵治（北海道教育大学旭川校）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科
電話：
e-mail：
URL：

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：佐野恭平
所属：兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO08

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）カルデラ大深湖の熱源構造に関する比較研究：青森県・十和田湖と秋田県・田沢湖
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

本計画では、カルデラ大深湖である十和田湖の熱的構造を観測によって明らかにし、湖内における水と物質の循環機構を理解することで火山活動に伴う地下熱水系の動的変動を表面水質の変遷として捉えるための最適なモニタリング手法の構築を目指すものである。令和7年度も令和6年度に引き続きカルデラ大深湖の十和田湖と田沢湖において湖心域における観測を実施する計画を立てた。それぞれの湖の最深点の直上水面まで移動し、田沢湖では水温・水質プロファイラーによる水温・電導度・DO・濁度・クロロフィル濃度の鉛直測定を、十和田湖では水温の鉛直測定を行った。また物質循環を解析するためのデータを取得するために、深度別の採水を行い主要化学組成の分析を実施することも計画している。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

図1に本研究課題（2024年度，2025年度）により測定された十和田湖の湖心域（最深点）直下の水温の鉛直測定の結果を示す。図1には比較のために過去（2022年）10月に十和田湖で同様の観測が実施された際に得られたデータもプロットした。各年の10月後半に得られた水温プロファイルを比較すると、水深150m以浅と以深とで異なる傾向が示された。水深150mまではいずれの年も，表層より深度が上がるごとに水温が下がっていき，水深70m～90m付近で水温の極小値（約4.6℃）を取った後は水温が上がりはじめ，昇温率にして約+0.055℃/10mで深度150m付近まで徐々に水温の増加が認められた。一方で，150m以深については，2022年と2024年の水温分布で共通に認められていた水深180～190m付近の温度増加のピーク（極大）が2025年にはみられず，水深150m付近で約5.0℃に達した水温にほぼ変化がみられないまま300mまで達するという結果となった。図2には化学成分濃度の鉛直分布を示す一例として，塩化物イオン（Cl），硫酸イオン（SO4），ナトリウムイオン（Na），リチウムイオン（Li）の濃度プロファイルを示した（2025年調査では天候の急変により，水深150mの採水が実施できなかった）。図2からも分かるように，Liに若干の違いがみられたものの，いずれのイオンもほとんど同じ濃度が示されており，水温構造に大きな違いが認められた150m以深も含めて湖水の濃度分布には大きな変化が生じていないことが明らかとなった。溶存酸素（DO）についても，水深300m付近まで9mg/L以上の濃度を取っており（図3）深部まで酸素の供給が行われていること示唆する結果が得られた。以上の結果は，十和田湖の第二カルデラ（中ノ海）内の深部における湖水循環によって引き起こされたものであると考えられ，今後，熱的構造と化学成分濃度を用いながら湖水循環の解析を行っていく上で重要な拘束条件を与えるデータが得られたものと考えている。

なお，田沢湖に関しては計画通りに湖心域での観測を実施（2回）できており，当初の計画通り十和田

湖のデータとの比較を行っていく予定である。一方，十和田湖については調査船とのスケジュール調整が難航したことに加え，実施予定日の天候不良などにより観測が延期になった影響などもあり，複数回の観測を計画していたものの最終的に1回の調査にとどまった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、十和田湖の深部に供給されている火山性流体に含まれる化学物質が，湖水循環の作用により湖の表層部まで運搬されてくる現象を利用することで、表層湖水の水質を用いた火山活動のモニタリングの実現が可能になるものと考えている。現時点において十和田湖では、物質化学的な火山観測が行われていない状況にあるため、本課題によりモニタリング手法および評価方法が確立された場合には，現状の十和田火山の監視体制に地球化学的データを用いた新たな評価軸を加えることが可能となり、活動予測や警報の発令など，災害の軽減に大きく寄与する情報が得られるようになると考えている。そのためには、湖の最深部付近で湖水へと供給される化学成分が表層で検出されるまでにかかる時間や、成分の移流・拡散による影響の詳細を明らかにする必要があるが、本課題の目的である「湖水の鉛直循環のメカニズムの解明」は、まさにこれらの問題解決のために必須の知見であると考えてる。また，2024年に入り十和田湖では火山性微動が観測されるようになるなど，火山活動状況に変化が生じ始めている可能性が高まってきた。この様な時期に，湖水の水温分布や化学成分濃度の観測を行いデータを蓄積しておくことは，今後の火山活動と地球化学的データの関連性に関する知見を得る上でも有意義なものであると考えている。

(7) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

網田和宏・知北和久，2024，十和田湖の水質と火山熱水系の関係について，日本陸水学会89回大会，O_C05

(8) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

網田和宏（秋田大学理工学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
知北和久（北海道大学理学部）, 大八木英夫（南山大学総合政策学部）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：秋田大学大学院理工学研究科システムデザイン工学専攻
電話：
e-mail：
URL：

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：網田和宏
所属：秋田大学大学院理工学研究科システムデザイン工学専攻

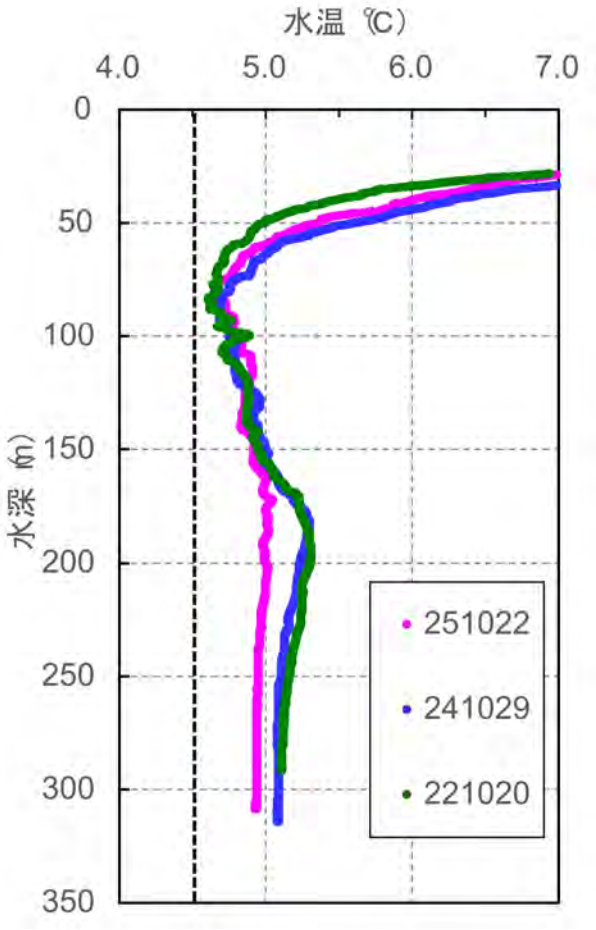
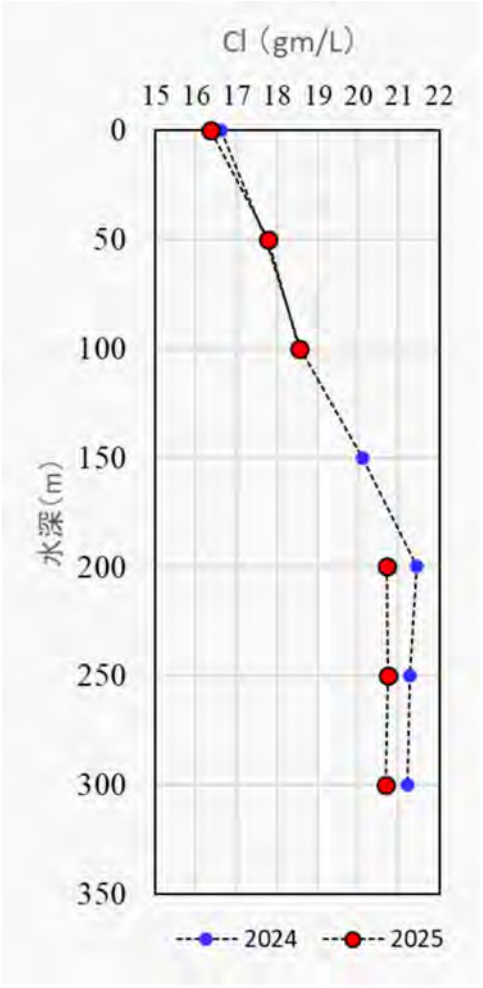
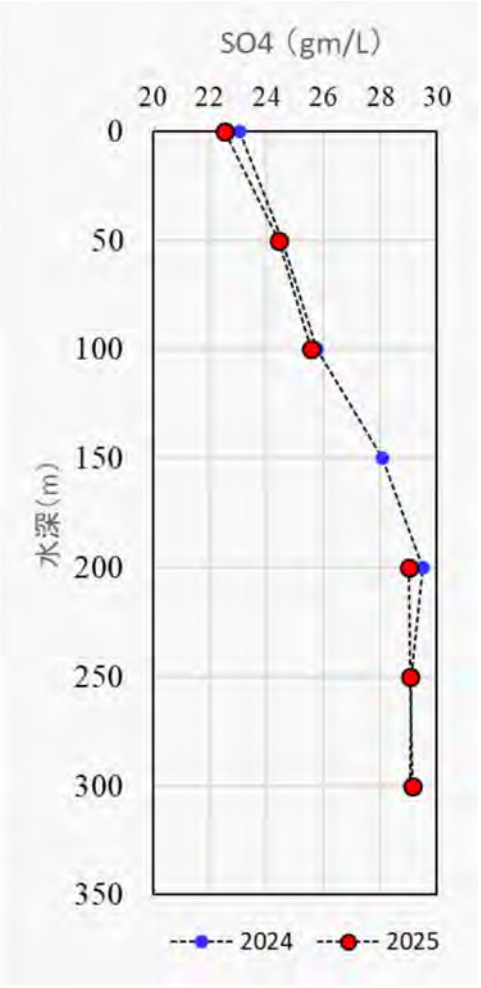
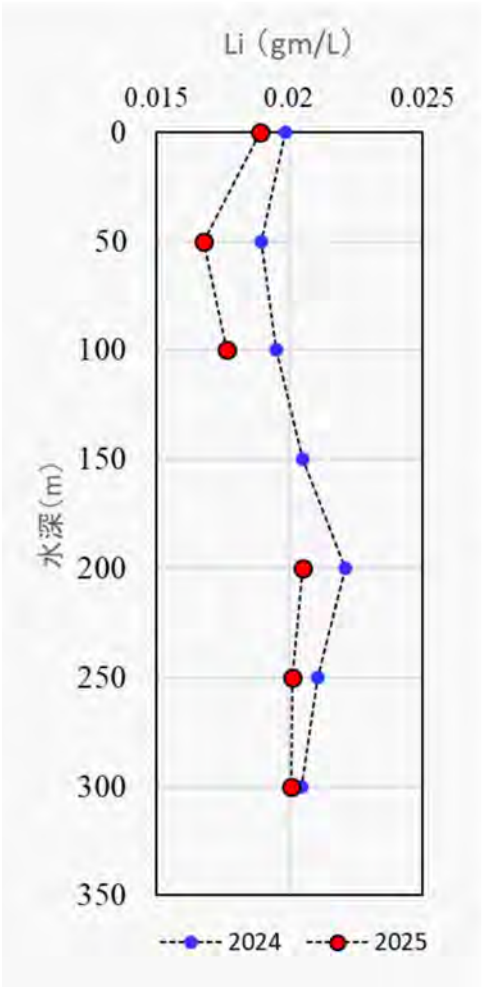


図1　十和田湖の水温の鉛直分布
本研究で得られた結果に、過去のデータも併せて示してある。なお、50m以深の温度構造を明確に示すため、表層水温（～25℃）部分の表示は省略した。


Cl（gm/L）
15 16 17 18 19 20 21 22
0
50
100
150
200
250
300
350
水深（m）
2024
2025


SO4（gm/L）
20 22 24 26 28 30
0
50
100
150
200
250
300
350
水深（m）
2024
2025


Li（gm/L）
0.015 0.02 0.025
0
50
100
150
200
250
300
350
水深（m）
2024
2025

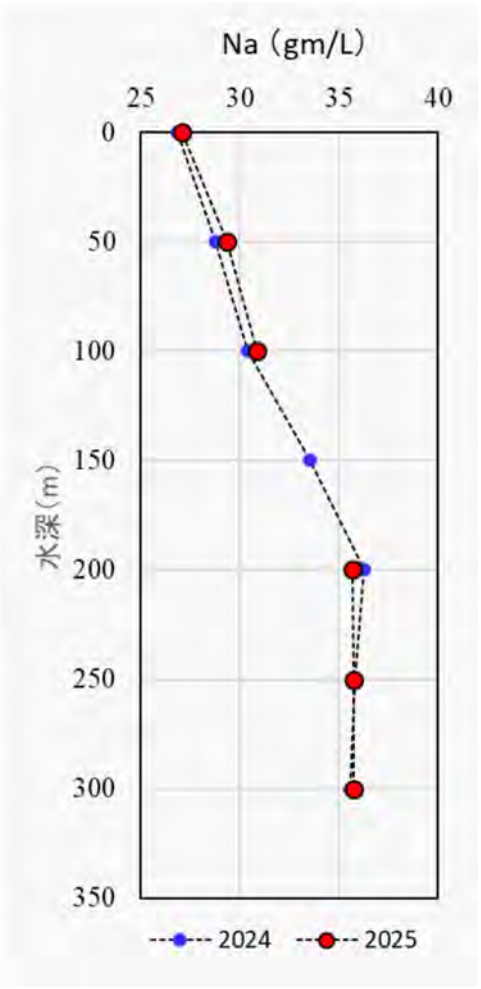

Na（gm/L）
25 30 35 40
0
50
100
150
200
250
300
350
水深（m）
2024
2025

図2　湖水に含まれる溶存イオンの鉛直分布

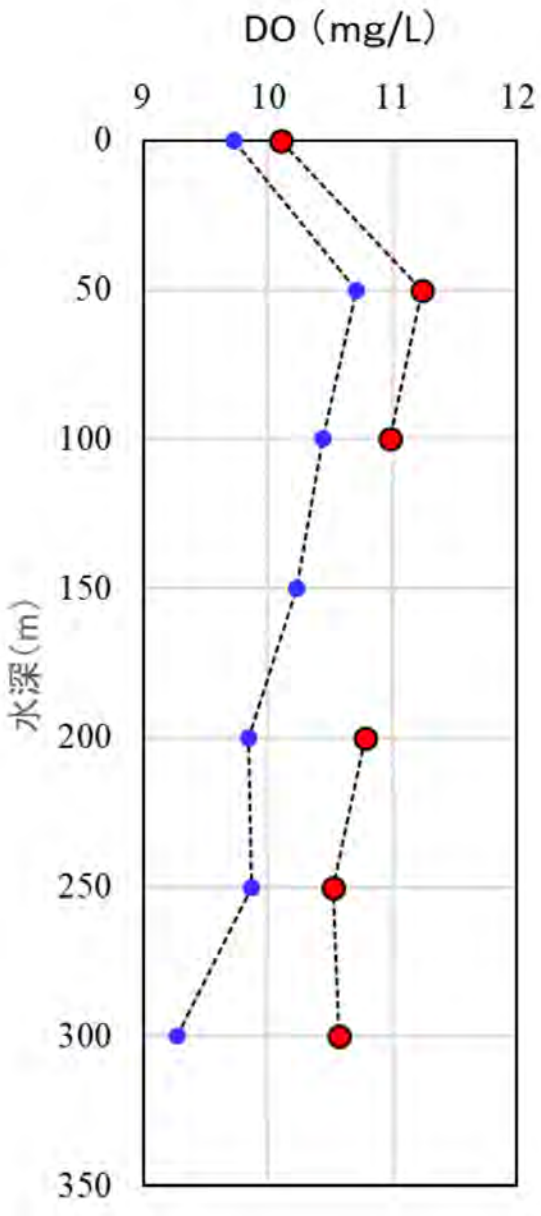


図3　湖水の溶存酸素の鉛直分布

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO09

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）富良野-旭川地域に分布する大規模火砕流堆積物の岩石学的な対比と分布範囲の推定
（英文）Petrological correlation and distribution area of large-scale pyroclastic flow deposits distributed in the Furano-Asahikawa region, central Hokkaido, Japan

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
火山

（5）令和７年度の計画の概要：

北海道中央部，富良野-旭川地域には鮮新世～更新世にかけて堆積した複数の大規模火砕流堆積物が分布している。それらは下位から雨月沢火砕流堆積物，美瑛火砕流堆積物，十勝火砕流堆積物とされる（池田・向山，1983）．これらの火砕流堆積物は岩石学的に対比されておらず，分布範囲などに見直しが必要である。また，我々はこれまで，池田・向山（1983）の分類には属さない火砕流堆積物を見いだしており，それらの分布範囲や火口の特定も必要である。令和7年度は地質調査範囲を広げ，岩石採取を行い，岩石学的な検討に基づき各火砕流堆積物の分布範囲，噴出源の特定を試みた。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

地質調査は，昨年度より範囲を広げ，富良野～旭川地域の北部，南部でも行い，岩石試料の採取を行った。採取した試料について岩石薄片を作成し，斑晶モード組成，斑晶量，鉱物化学組成分析を行い，各調査地点での岩石学的な対比を行った。その結果，火砕流堆積物を5つのグループに分類できることができ，各火砕流堆積物の分布範囲を特定することができた。また，各火砕流堆積物の分布範囲から噴出源を推定することができた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

大規模なカルデラ噴火は，火砕流の流出によって周辺地域を埋め尽くすばかりでなく，降下火山灰が広範囲に及ぶ。そのため，大規模なカルデラ噴火が生じた場合，その被害によって社会生活そのものが成り立たなくなる危険性がある。本研究は，このような低頻度かつ大規模な噴火現象の解明を目指している。本調査範囲である富良野～旭川地域にはこれまで大規模な火砕流堆積物が3種類分布しており，それらは数10万年間隔で噴出したと考えられていた（池田・向山，1983）。しかし，本研究によって岩石学的に少なくとも5種類の火砕流堆積物が確認され，各火砕流堆積物の噴出量の推定が可能となった。今後の展望として噴出した年代を明らかにし，その年代を基にした大規模カルデラ噴火の活動度の評価を推定する必要がある。また，マグマ供給系の岩石学的モデルの構築も必要となる。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

佐藤鋭一，2025，旭川市を埋めた火砕流堆積物・旭川ジオパークの会総会

亀村祐斗・佐藤鋭一・中川光弘・松本亜希子，2025，北海道中央部，富良野-旭川地域に分布する大規模火砕流堆積物の岩石学的対比，日本火山学会2025年度秋季大会，P01

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

佐藤鋭一（北海道教育大学旭川校）, 亀村祐斗（北海道教育大学旭川校）

他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：北海道教育大学旭川校
電話：
e-mail：sato.eiichi@a.hokkyodai.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：佐藤鋭一
所属：北海道教育大学旭川校

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO10

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山灰を用いた火道周辺および噴火様式情報の時系列観測手法の開発
（英文）Development of time-series observation technique for magma ascent conditions by volcanic ash samples

（3）関連の深い建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
火山
５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備
イ. 観測・解析技術の開発
ウ. 地震・火山現象のデータ流通
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（5）令和７年度の計画の概要：

令和７年度は，これまでの観測と分析を継続することに加えて，活動的火山での実測を行い，連続データ導出のために必要な測定環境を把握する．特にその場測定において分級の要不要を見極め，必要な場合はそのための装置改良を行う．一方，バルク火山灰試料の測色値はあくまでも平均的な数値であるため，個々の粒子構成の把握法として，従来よりも客観的な構成比導出法を適用し，分光測色データとの関係を明らかにする．改良した装置観測と同時採取した試料の比較，必要に応じて観測手法の改良により，噴火モニタリングに資するその場観測による噴出物時系列データの取得を目指す．

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

桜島火山においては，まず，バルク火山灰試料の測色値変化がどのようなプロセスを反映しているのかについて，主成分分析に基づいて考察した結果を論文としてまとめた．さらに，ここで示した色変

化を指標として，本年度実際に発生した噴火現象において試料採取と即時分析を行った結果，過去約15年とは明らかに傾向の異なる色変化を検出し，軽石・スコリア放出に対応することを突き止めた．また，この噴火に際して，降灰中のその場試料採取環境・条件について，いくつかの課題が明らかとなった．なお，本年6月からの霧島新燃岳噴火においても，2018年噴火の色変化を指標として，噴火推移に伴う色変化を捉えることができた．一方，諏訪之瀬島火山では海況不良等により，降灰時の試料採取は出来なかったが，構成比導出法について，過去の噴出物の噴火推移に伴う詳細な変化を捉えることができたほか，同噴火での噴出物に関する岩石学的分析により，活発時に新鮮なマグマ注入を伴うことを明らかにした．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

物質科学によるモニタリングは，地球物理学的手法とは独立に地下のマグマや火道周辺の山体を構成する岩石の情報を与えうる．今回，いくつかの火山において，火山灰の色変化を時系列データとして即時的に導出し，噴火様式，素過程などとの関係を明らかにしたことにより，より迅速な噴火推移把握体制の確立への期待が高まったと言える．また，今回明らかとなった，実験室と野外での測定条件の相違によって出現した課題を一つずつ解決してデータ導出の自動化ができれば，他観測項目との統合解析に向けて重要かつ独立な情報を提供可能であろう．一方，得られた時系列試料については，時間をかけてさらなる詳細な分析を行うことにより，マグマシステムの変化を含め，噴火推移メカニズム理解に大きく貢献するものと考えられる．

(7) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

T. Shimano, A. Yasuda, and M. Iguchi, 2025, “Principal Component Analysis of the Color of Bulk Ash Samples at Sakurajima Volcano, Southwest Japan,” J. Disaster Res., Vol.20 No.3, pp. 308-316. doi: 10.20965/jdr.2025.p0308, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

嶋野岳人・山田大志，2025，バルク火山灰測色値による桜島火山の噴火推移過程の考察，日本火山学会2025年秋季大会，B01-1

Taketo Shimano;Nanami Homma;Atsushi Yasuda;Masato Iguchi;Michihiko Nakamura, 2025, Continuous sampling and investigation of volcanic ash to monitor eruption sequence at andesitic volcanoes in Japan, IAVCEI SA 2025, No.227

本間凪々海, 嶋野岳人, 安田敦, 井口正人, 2025, 火山灰解析に基づく桜島火山非噴火性収縮（NED）イベントの発生メカニズムの考察，日本地球惑星科学連合2025年連合大会，SVC33-05

(8) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

嶋野岳人（鹿児島大学大学院理工学研究科）, 梶谷優太（鹿児島大学大学院理工学研究科）, 梶原こころ（鹿児島大学大学院理工学研究科）, 谷口裕紀（鹿児島大学大学院理工学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

安田敦（東京大学地震研究所）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：鹿児島大学・大学院理工学研究科
電話：099-285-8146
e-mail：

URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：嶋野岳人
所属：鹿児島大学・大学院理工学研究科

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO11

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）史料中の有感記録の完全性・均質性を考慮した歴史時代の地震活動解析

（英文）Seismicity analyses during historical periods considering completeness and homogeneity of felt reports in historical documents

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
イ. 考古データの収集・集成と分析
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（5）令和７年度の計画の概要：

本課題では引き続き、天候等に関する記述がない史料にも適用可能な、発生時の無作為性（ランダム性）を用い、有感記録の完全性を検討する手法を様々な日記史料に適用することでその特性について論じるとともに、有感記録の検知率（特に夜間の検知あるいは記録漏れ）を考慮した歴史時代における地震活動の復元手法の構築ならびにその適用を実施する。完全性の検討に関する手法は石辺・他（2023）による。石辺・他（2023）では、『真覚寺日記』を対象に発生時の無作為性に基づく完全性の検討を行い、史料中の有感記録は体感に基づくものでノイズレベルには依存しない代わりに、一般に人間活動が低い（睡眠時の）夜間の方が活発な（覚醒時の）昼間に比べて少ない可能性を示唆した。この昼夜間の有感記録数の比や発生時の偏りが揺れに対する検知能力（人間活動度）に依拠したものと考えられ、その仮定の下で有感の検知・記録漏れを補正した地震活動復元を試みる。補正（夜間の有感記録に帯する嵩上げ）には、Zhuang et al. (2020) で検討されているMarked Point Processを用いたデータ補充方法を用い、その有効性について検討する。また補充された有感記録と近現代の計器観測による有感記録とを結びつけることで、長期間の地震活動やその変化について論じる。

長期間の地震活動変化の検討に対しては、日記資料等が豊富な江戸時代後期を対象として、特に1854年安政東海・南海地震発生前後の震源およびその周辺域における地震活動変化の可能性について、引き続き有感記録の時空間分布から統計地震学的手法を用いて検討する。また、地震発生前後の地震活動変化の調査を行い、上記地震に対する既存断層モデルを用いた応力変化との整合性について検討する。歴史地震の中には、被害あるいは地震そのものの実在性が疑われるものが存在する（例えば、原田・他，2024；石辺・他, 2024）。顕著地震が発生すれば、その揺れは広範で有感となり、また震源域の近傍では余震が多発するため、各地において収集・整理された有感記録の時空間的特徴に基づき、実在性が疑われる歴史地震の存否について検討する。これらの検討に必要とされる日記史料等を対象に、国立国会図書館や各都道府県立図書館等における調査・収集を継続的に実施する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本年度は、これまでに有感記録を抽出した『日光社家御番所日記』にZhuang et al. (2020) で検討されているMarked Point Processを用いたデータ補充方法を適用することで、有感記録の不完全性を考慮した地震活動度について検討した。検討の結果からは、近代の計器観測と同様に顕著地震の発生直後の検知・記録漏れが強く示唆され、実際には記録されている有感地震よりも顕著に多かったことが示唆された。また、『日光社家御番所日記』の記主（書き手）が変わったことによる有感記録特性の変化の可能性も示唆され、歴史時代における地震活動復元にあたってはこれらの特性を考慮することが重要であると考えられる。

本年度はまた、1854年安政東海・南海地震発生前後の地震を記録した史料中の有感記録の収集・整理の一環として、現在の愛知県豊橋市で記された『豊橋市浄慈院日別雑記』中に記録されている地震記事を抽出するとともに、その記述について論じた。渡辺和敏監修・愛知大学綜合郷土研究所編の『豊橋市浄慈院日別雑記』は、多聞山浄慈院所蔵の「浄慈院日別雑記」を翻刻した刊本である。本史料は、既刊の地震史料集には収録されていない。本書は全5冊（巻数ナシ～Ⅴ）からなっており，文化十年（1813年）より明治十九年（1886年）に至る記事が収められている。『豊橋市浄慈院日別雑記』からは文政二年六月十二日（1819/08/02）の地震記事「（六月）　十二日　天気　〔中略〕　〇今夕七ツ前大地震、名古屋辺屋根瓦落又人死ト云也、」から、明治十八年八月廿日（1885/08/20）の地震記事「（八月）　廿日　十一日、音蔵・京蔵・助十郎・甚蔵・勝治郎・こと、天気雨天、雷、地しんす、」に至るまでの156件の有感記事が抽出された。本研究では「日記史料有感地震データベース」[例えば，Nishiyama et al. (2017)，西山・他(2021)] と同様に、史料記述から揺れの程度を大、中、小に分類したところ、156件のうち28件、75件、53件がそれぞれ「大」、「中」、「小」に分類された。またこれとは別に、14件の伝聞による地震記事が記録されていることが見出された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

史料中の有感記録に基づき、歴史時代の地震活動の時空間的特徴を抽出することができれば、従来の被害記述に基づく大地震に限られた歴史地震研究から、中小地震を対象とした新たな歴史地震研究の展開が期待される。また、これらの中小地震は顕著地震による有感範囲の推定とその地震規模に関する再検討や、実在が疑わしい偽地震の同定に関する検討への利活用など、現在ある歴史地震カタログの精査ならびに更新に対しても寄与するものと考えられる。これらの研究を通して得られた歴史地震に関する新たな知見は、地震調査研究推進本部における長期評価等にも活用が期待されるとともに、過去にそれぞれの地域で発生した地震災害として防災啓発等にも役立つものと期待される。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Bantidi, T. M., T. Nishimura, T. Ishibe, B. Enescu, G. M. Tuluka, 2025, Variability of Epidemic-Type Aftershock-Sequence Parameters and relation to physical processes for earthquakes in Africa, Earth Planets and Space, 77:29, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02151-7., 査読有, 謝辞無

Bantidi, T. M., T. Nishimura, K.Z. Nanjo, B. Enescu, T. Ishibe, G. M. Tuluka, 2025, What Triggered the 2021 eruption at Nyiragongo volcano (D.R. Congo)? Unraveling the Complex Interplay between tectonism and magmatism, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 467. 108429, 査読有, 謝辞無

原田智也・西山昭仁・石辺岳男，2025，『大地震見聞録』に記録された安政江戸地震による土浦の被害，歴史地震，40，81-107, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

石辺岳男・西山昭仁・原田智也，2025，『竹斎日記稿』における有感記録の抽出とその記録特性に関

する検討，第42回歴史地震研究会（豊岡大会），O-07

西山昭仁・原田智也・石辺岳男，2025，1830 年文政京都地震の震源断層の検討，第42回歴史地震研究会（豊岡大会），O-10

原田智也・西山昭仁・石辺岳男，2025，京都・奈良で有感となる地震の震源・規模の検討，第42回歴史地震研究会（豊岡大会），P-01

石辺岳男・西山昭仁・原田智也，2025，嘉永（安政）東海・南海地震前後の地震活動復元に向けた有感記録の抽出とその特性に関する検討－『竹斎日記稿』を例として－，日本地震学会2025年度秋季大会，S10-06

原田智也・石辺岳男，2025，千島海溝南部で発生した（巨）大地震の顕著な前震活動，日本地震学会2025年度秋季大会，P25-01

原田智也･西山昭仁･石辺岳男，2025，京都･奈良において有感となる地震の震源･マグニチュードの検討―日記史料中の有感記録の活用に向けて―，第13回歴史地震史料研究会

西山昭仁・石辺岳男・片桐昭彦，2025，近世佐渡における被害地震の検討，第13回歴史地震史料研究会

石辺岳男・西山昭仁，2025，『竹斎日記稿』に記録された有感記録の抽出とその時間的変化の検討，JpGU Meeting 2025

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

石辺岳男（地震予知総合研究振興会）, 松浦律子（地震予知総合研究振興会）, 古村美津子（地震予知総合研究振興会）, 赤塚真弓（地震予知総合研究振興会）, 田力正好（地震予知総合研究振興会）, 岩佐幸治（地震予知総合研究振興会）, Thystere Matondo Bantidi（地震予知総合研究振興会）
他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地震予知総合研究振興会地震調査研究センター
電話：
e-mail：
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石辺岳男
所属：地震予知総合研究振興会地震調査研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO12

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）GNSS-A観測における音響機器特性の解明

（英文）Research about acoustic instrument characteristics in GNSS-A observations

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

GNSS-A観測には多くの型式の音響ソナー・発信機が用いられてきており，近年，その特性が精度に悪影響を与えていることが明らかになった．本研究課題では水槽における音響送受実験と実データに基づいてそれぞれの音響機器の特性を明らかにする．そのうえで，それぞれの特性を考慮した観測結果の補正量を決定する．既に入手困難なソナーや発信装置もあり，すべてのソナー・発信装置で図に示した誤差影響による信号歪みの量を実験的に明らかにすることは現実的ではない．そのため本研究では，現在使用されているいくつかのソナー型式と発信装置を用意し，種々の実験，解析，調査を行う．過去に観測された音響波形データや解析後に得られる残差データから，現在では入手困難なソナーや発信機の信号歪みの定量化やその影響も合わせて評価する．

令和7年度には，既存のデータを分析することで詳細な影響を調査する．解析には，海上保安庁の観測網SGO-AのデータとGNSS-A解析用オープンソースソフトウェアGARPOSを用いる．残差などを詳細に調査し，観測事例ごとの信号歪みに対する方向依存性の有無や大きさについて分析する．また，発信回路依存性については東京大学生産技術研究所で所有する発信装置の回路を用いて実際の電気信号や回路影響の調査を行う．SGO-Aでは現在では入手できない発信機による観測データが多数あるため，それらについては，Yoshizumi et al. (under review) にて提案された手法を用いて数値的に実データを再現し，探索的に歪み方を調査する．この結果と電気信号調査の結果を合わせて信号歪み量を推定する．

これらの調査によって信号歪みの量を特定し，最終的にカタログ値として信号読み取りに対する補正値を与える．得られた結果は，GNSS-A音響機器の補正値として簡便に利活用できるように公開する準備を行う．

上述の実験・調査については，海上保安庁海洋情報部との共同研究協定に基づいて実施する．SGO-Aデータについても共同研究協定に基づいて利用する．

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度には計画通りに，既存のデータを分析することで詳細な影響を調査した．解析には，海上保安庁の観測網SGO-AのデータとGNSS-A解析用オープンソースソフトウェアGARPOSを用いた．残差などを詳細に調査し，観測事例ごとの信号歪みに対する方向依存性の有無や大きさについて分析した．また，発信回路依存性についても計画通りに，東京大学生産技術研究所で所有する発信装置の回路を用いて実際の電気信号や回路影響の調査を行った．SGO-Aでは現在では入手できない発信機による観測データが多数あるため，それらについては，Yoshizumi et al. (under review) にて提案された手法を用いて数値的に実データを再現し，探索的に歪み方を調査した．この結果と電気信号調査の結果を合わせて信号歪み量を推定することで，各機材組み合わせでの依存性と適切な信号読み取りタイミングの特定を進めた．

ここで特定された信号歪みの量を特定し，最終的にカタログ値として信号読み取りに対する暫定的な補正値を決定し，新しい読み取りによる結果を暫定的に得た．得られた結果は，GNSS-A音響機器の補正値として簡便に利活用できるように公開する準備を行っている．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

6-(1)-イ. 観測・解析技術の開発として，GNSS-A観測の水平・上下観測精度の高度化に貢献していると考えている．その結果として，1-(5)-ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震，2-(1)-ア. プレート境界巨大地震の長期予測などのより直接的な災害の軽減に貢献しているテーマに貢献するものと考えている．

今後，さらに機器の詳細な調査，合わせて解析技術の高度化を進めることで，観測・解析技術の開発に貢献するとともに，データの高度化による災害の軽減への貢献を実現することを目標としている．

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Yoshizumi Y, Yokota Y, Kaneda M, Yamaura S, Kameta Y, Inoue T, Kouno K (2025): Construction and Demonstration of a Seaplane-type UAV-based High-Precision GNSS-A Seafloor Crustal Deformation Observation System, Earth Space Sci, 12, e2025EA004237, https://doi.org/10.1029/2025EA004237, 査読有, 謝辞有

Yokota Y, Ishikawa T, Watanabe S, Nagae K, Nakamura Y, Masunaga E (2025): Effects of internal tides on GNSS-A seafloor crustal deformation observation. Prog Earth Planet Sci, 12, 61, https://doi.org/10.1186/s40645-025-00729-z, 査読有, 謝辞有

Zhang M. Yokota Y (2025): Quantitative evaluation of errors in GNSS-A observations through numerical experiments. Marine Geodesy 1-15, https://doi.org/10.1080/01490419.2025.2541343, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Yokota Y (2025): Research of high-precision and high-frequency GNSS-A technology using new UAVs and USVs, AGU fall meeting 2025, G14A-07

Watanabe S, Ishikawa T, Yokota Y (2025): Acoustics-based precise global positioning on the seafloor: GNSS-A observations for monitoring the crustal deformation related to earthquake, Sixth Joint Meeting Acoustical Society of America/Acoustical Society of Japan (Honolulu), 2pUW3

Yokota Y, Ishikawa T, Watanabe S, Nagae K, Nakamura Y, Yoshizumi Y, Kouno K (Dec. 3, 2025): Research and development on acoustic technology for GNSS-A observation in the 21st century, Sixth Joint Meeting Acoustical Society of America/Acoustical Society of Japan

(Honolulu), 2aUW5

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

横田裕輔（東京大学生産技術研究所）, 河野賢司（東京大学生産技術研究所）, 吉住優憧（東京大学新領域創成科学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
石川直史（海上保安大学校）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学生産技術研究所
電話：
e-mail：yyokota@iis.u-tokyo.ac.jp
URL：https://sgoi.iis.u-tokyo.ac.jp/

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：横田裕輔
所属：東京大学生産技術研究所

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO14

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）噴石の解析による水蒸気噴火を起こす火道形成プロセスの解明
（英文）Understanding the forming of a conduit that causes phreatic eruptions through analysis of volcanic bombs

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）令和７年度の計画の概要：

水蒸気噴火は、マグマから供給された火山ガスにより熱せられた地下水が地下で増圧し、周囲の岩石（母岩）を破壊する事でおきると考えられている。この時、地下で増圧が起きる為には母岩の空隙を塞ぐことが必要である。これは熱水活動により岩石が変質し、粘土化する事で起きると考えられている。この粘土化した岩石がどのように地下に分布し、また火道を作る破壊を起こすのかを理解する事を目的として、本研究では水蒸気噴火により噴出した噴石を研究している。噴石は深い場所で破壊が起き、それが弾道軌道を描いて噴出した物である。つまり、噴石は地下の岩石をサンプリングして地表に噴出した岩石である。噴石に記録された組織から地下で発生しているプロセスを読み取れる可能性がある。本研究では特に2014年に発生した御嶽山の水蒸気噴火において噴出した噴石を解析する事で地下の破壊が火道を作る過程を理解する事を目指している。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は3年計画の2年目にあたる。本研究では噴石の解析が焦点になるため、なるべく多くの噴石を採取する事が重要である。これまでに多くの噴石を採取したが、本年も御嶽山に登山して保有する噴石の種類を増やした。また、噴石の起源を議論する為に、噴石ではない地表の岩石も採取した。令和７年度はこれらのサンプルの組織解析を重点的に進めた。まず、CTによる非破壊観察を行い、重要な断面を切断し、これに対し肉眼・偏光顕微鏡観察を行った。更に重要なサンプルについては、断面の組成のマッピングを行った。この結果、噴石の内部には過去に複数回破壊が起こった事を示す組織が多く観察された。また、その組成から、深いところから順に破壊が起こり、岩石が徐々に浅部に輸送されてきた様子も見る事ができた。計画に従い研究を進め、十分な成果があった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は噴石を観察する事で水蒸気噴火のメカニズムの理解を目指している。水蒸気噴火は小規模であるものの、予測が難しく登山客に被害が及ぶ可能性のある、「高リスク小規模噴火」である。本研究で観察した噴石は地下における複数回の破壊を示唆している。つまり、噴火に至る火道は一度の破壊で形成されるのではなく、繰り返し破壊が起きて、大きな火道を作る準備をしている可能性がある。もしこれが事実であるのならば、地震観測により検出可能であるかもしれない。一方で、地震観測で

は噴火に至らない地震が数多く観測されている。両者の関係が明らかになれば観測による災害の軽減に貢献できる可能性がある。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

並木 敦子、纐纈 佑衣、國友 孝洋、伊藤 武男、2026年、御嶽山2014年噴火の噴石の内部構造から水蒸気噴火をおこす破壊現象を考える・JpGU, SVC32-P17

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：火山：地質：噴出物（降灰・噴石）
概要：　噴石を採取した。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：長野県・岐阜県御嶽山
調査・観測期間：2025/7/-2025/7/
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

並木敦子（名古屋大学）, 纐纈佑衣（名古屋大学）, 伊藤武男（名古屋大学）, 齋藤虹南（名古屋大学）, 小田沙也加（名古屋大学）, 井上創（名古屋大学）, 荻野竣右（名古屋大学）, 奥脇健生（名古屋大学）, 中野誠之（名古屋大学）, 原田藍生（名古屋大学）, 外山和也（名古屋大学）, 安田智哉（名古屋大学）
他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：名古屋大学大学院環境学研究科
電話：
e-mail：namiki.atsuko.r0@f.mail.nagoya-u.ac.jp
URL：https://www.eps.nagoya-u.ac.jp/~namiki/

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：並木敦子
所属：名古屋大学大学院環境学研究科

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO15

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）草津白根山の地下比抵抗の時空間変化の検出

（英文）Detection of spatiotemporal changes in resistivity structure in Kusatsu-Shirane Volcano

（3）関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和７年度の計画の概要：

群馬県草津白根山ではこれまで繰り返し水蒸気噴火が発生してきた。そこで、水蒸気噴火の発生場に関する熱水システムの時間変動を調査するため、群馬県草津白根山で電磁探査モニタリングを行う。電磁探査モニタリングにより、草津白根山の地下の比抵抗構造およびその時間変化を捉え、比抵抗情報から熱水システムの時間変動を推定する。電磁探査モニタリングデータを連続的に一定のデータ誤差で取得するには、環境ノイズに左右されにくい観測システムが必要である。この目的のため、電磁アクロス送信機を用いた電磁探査システムを用いる。同装置はGPS信号により制御された信号を送信するため、高いシグナルノイズ比が期待される。また、水蒸気噴火地域では、人間のアクセスが難しい地域もあり、空中電磁探査が有効である。本研究では、電磁アクロス送信機を用い、その送信信号をドローンに搭載した受信機で記録する空中電磁探査システムを作成する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

湯釜火口から約4km離れた石津硫黄鉱山跡地を送信源、湯釜火口周辺を観測点として、8台の受信機を用いた電磁探査モニタリングを実施した。観測期間は2025年8月から10月で、受信機はソーラーパネルによる自律給電にて運用した（なお、11月以降は積雪のため観測を中断している）。本調査地域では2020年より連続的なモニタリングを行ってきたが、本年は草津白根山の火山活動に活発化の傾向が見られた。そのため、これまでに蓄積された静穏期のデータと、活動期に転じた本期間のデータを比較解析することで、火山活動の活発化に伴う地下熱水系の変動を検出できると期待される。　さらに本年度は、新たな試みとしてドローン搭載型受信機を用いたセミエアボーン電磁探査も実施した（2025年8月・9月）。本調査では、地上に設置した2方向（南北・東西）の送信ダイポールから異なる周波数の信号を送信し、これらを飛行中のドローンで同時に計測することに成功した 。この「テンソル式送信」と「同時計測」の手法により、従来の1方向送信に比べて探査効率が大幅に向上し、地下3次元構造に対してより強い制約を与えるデータの取得が可能となった 。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

水蒸気噴火を発生させる火山の比抵抗構造の時間変化を捉えることで、水蒸気噴火発生に関連がある熱水・粘土層・熱源の分布の時間変化を議論できるようになる。このような時間変化を把握すること

は、水蒸気噴火発生のメカニズムを把握するために重要である。流体の時間変化量は、水蒸気噴火の規模に関係する重要な量であり、危険が及ぶ範囲を評価するために役立つと思われる。以上のことから、本研究は水蒸気噴火災害の軽減へ貢献するものと考えている。
研究対象としている草津白根山では、地震、地殻変動のほか、火山ガスなど地球化学的なモニタリング観測が東京科学大学を中核として実施されている。これら多項目観測成果を参照することで、今後推定する比抵抗時間変動の解釈をより高度なものとする。
さらに、草津白根山は国内有数の観光地である一方、近年は火山活動が活発な状態が継続している。突然の水蒸気噴火は大きな災害をもたらすことから、同火山における災害リスクは極めて高い。そのため、水蒸気噴火発生場をモニタリングする技術を確立することは、同地域の災害リスク軽減に直接的に貢献するものである。

(7) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

石須慶一・小川康雄北岡紀広・曾 國軒・芹田創平・南 拓人・國友孝洋・市原 寛・Caldwell, G., 2025, 草津白根山での電磁モニタリング調査, 日本地球惑星科学連合2025年大会

石須慶一・北岡紀広・小川康雄・寺田暁彦, 2025, 周波数領域ドローン電磁探査システムの開発, 日本火山学会2025年度秋季大会

石須慶一・北岡紀広・小川康雄・寺田暁彦, 2025, ドローン電磁探査システムのプロトタイプ開発, 第158回地球電磁気・地球惑星圏学会総会及び講演会, R003-10

(8) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

石須慶一（九州大学工学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
小川康雄（東京科学大学）, 北岡紀広（東京科学大学）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：九州大学工学研究院
電話：
e-mail：ishizu.keiichi.764@m.kyushu-u.ac.jp
URL：https://sites.google.com/view/kishizu0310/

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石須慶一
所属：九州大学工学研究院

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO16

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）水蒸気噴火が懸念される火山の盛衰を測る：火山性流体の化学観測とその効率化
（英文）Monitoring volcanoes that produce phreatic eruptions: chemical observation of volcanic fluids and its improvement

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

火口周辺が観光地化している火山（箱根山、霧島山（硫黄山）など）において水蒸気噴火の兆候や、静穏期においても活動の盛衰を把握するために、火山ガスや熱水を採取してそれらの化学組成や安定同位体組成比を分析する。また、火山ガス観測の頻度向上に資するための分析方法の改良検討に取り組む。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本年度は箱根山、草津白根山、霧島山(硫黄山)などで観測を実施した。ただし、当初観測を計画していた岩手山については2024年10月から火口周辺規制が継続したため新たな観測を実施せず、また草津白根山については2025年8月の火口周辺規制発表以降の観測を実施していない。岩手山については本研究の一環で2024年10月に大地獄谷で採取した火山ガスの分析結果を解析して硫黄化学種である二酸化硫黄の硫化水素に対する比率(SO2/H2S比)の低さや化学組成から計算される見かけ平衡温度(AET)の低さ、あるいは火山ガスの主成分である水を構成する水素・酸素安定同位体比の低さなどを指摘し、火山ガス採取時点において1998年unrestの様な切迫したマグマの寄与は認められないことを明らかにした[1]。なお、岩手山の火山ガスの二酸化炭素(CO2)の分析には、本研究の支援を受けて改良した器材・手法[2]を実践的に使用した。草津白根山については2025年7月に湖面変色が観察された際に変色域と非変色域で取分けた湖水を分析して、両者の化学組成および安定同位体比には有意差は認められないことを報じた[3]。また、霧島山(硫黄山)では山麓から排出される熱水を分析し、2024年4月以降は水中の塩化物イオンと硫酸イオンの比率（Cl/SO4比）が高まった状態が続いていることを明らかにした。この原因としては熱水系における天水成分の混合割合が減少し、マグマ性ガス成分に富む深部熱水の割合が相対的に高まったなどの何らかの変化がおきた可能性考えられるが、引き続きの観測が必要である。ただし最近の観測では硫黄山周辺で地震回数が多かった2025年8月ないし9月に湧水のCl/SO4比が高値を示し、火山活動の指標性は保持していると見られる観測結果を得た[4]。

[1] Yaguchi et al. (2025) EPS, 77: 134. [2] Yaguchi and Ohba (2024) EPS, 76:144. [2] Yaguchi et al. (2025) EPS, 77: 134. [3] Yaguchi et al. (2026) J. Hot Spring Sci., 75, (in press). [4] 気象研究所ほか(2026) 第8回火山調査委員会資料.

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

水蒸気噴火は高リスク小規模火山噴火の典型であり、この様な火山の活動を評価するためには火山ガ

スや熱水等を対象とした化学観測が効果的である。一方、化学観測の専門性や特殊性を背景に、化学観測の実施例は豊富とは言えない。本研究では水蒸気噴火を起こし得る火山において火山ガスや熱水の分析結果を取得・蓄積することで水蒸気噴火の兆候を把握する技術の高度化に寄与し、高リスク小規模噴火による災害の軽減への貢献に努めている。今後の展望としては火山活動の異常を適切に判断するために日常的な観測が不可欠であるため、今後は平時（静穏期）観測を重視するとともに、各地の火山が持つ特徴や共通点を探るためにより多くの火山で観測を展開する必要がある。

また、本研究で取り組んでいる火山ガス分析の効率化は、高リスク小規模火山噴火において重要視されている"地球化学的観測をできるだけ高頻度で行う"ことに貢献する。火山ガス分析は対象成分やそれに応じた分析手法が多岐にわたるため、今後も分析上の課題の洗い出しと改善方法の検討に努める。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Yaguchi, M., A. Terada, and T. Ohba, 2026, Can volcanic activation be identified from the geochemistry of surface discolored water in the active crater lake Yugama at Kusatsu-Shirane volcano, Japan? — Example from July 2025, J. Hot Spring Sci., 75, 242-250., 査読有, 謝辞有

Yaguchi, M., T. Ohba, and S. Kanno, 2025, Geochemical evaluation for the fumarolic gases collected at Ojigokudani, Iwate volcano, Japan in September 2024, Earth Planets Space, 77:134, doi: 10.1186/s40623-025-02260-3, 査読有, 謝辞有

谷口 無我, 大場 武,2026，防災科学技術研究所研究資料，523，98-101, 査読無, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Yaguchi, M., T. Ohba, and S. Kanno, 2025, The nature of fumarolic gases collected at Ojigokudani, Iwate volcano, Japan in September 2024, The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, P-53.

谷口無我・大場武・菅野舜, 2025, 2024年9月に採取した岩手山大地獄谷の噴気, 日本火山学会2025年度秋季大会, P12.

谷口無我・大場武・菅野舜, 2025, 2024年9月に採取した岩手山大地獄谷の噴気の特徴. 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC35-09.

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

谷口無我（気象研究所火山研究部）

他機関との共同研究の有無：有

大場武（東海大学理学部）, 沼波望（東海大学総合理工学研究科）, 豊島誠也（東海大学総合理工学研究科）, 永井沙羅（東海大学理学部）, 庄子裕真（東海大学理学部）, 千野漸将（東海大学理学部）, 川上天馬（東海大学理学部）, 前川優輝（東海大学理学部）, 陸広樹（東海大学理学部）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：気象研究所火山研究部
電話：
e-mail：
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：谷口無我
所属：気象研究所火山研究部

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO17

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）蔵王山におけるマグマによる熱水系の溶融現象及びその現象が噴火の特性に及ぼす影響の解明

（英文）Melting of hydrothermal system by magmatic injection beneath Zao Volcano: implication to the eruption characteristics.

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
　(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
　　ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
　(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
　(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
　　ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（5）令和７年度の計画の概要：

本研究は、蔵王山の1895年噴火噴出物中のマグマ自体と熱水系の反応の記録を保持している可能性のある特殊な火山弾を対象に物質科学的研究を行い、マグマが関与した水蒸気噴火について活動評価に資することが可能な新知見を得ることを目的としている。

2年目のR7年度は、顕微鏡観察、全岩・鉱物・ガラス化学分析を進め、ガラス質火山岩中の微小鉱物の種類と組織及びガラス部と全岩の化学組成を明らかにし、微小鉱物の晶出順序の解明及び生成条件を推定して発生～固結場についての知見を得、また、安山岩質核部の組織や化学組成も考慮して、ガラス質部をもたらしたマグマの起源を解明する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

昨年度に得られていた知見として、ガラス質部に含まれる微小鉱物はアルミニウムに富むものが多く、また全岩化学組成においてもアルミニウム、カリウム、ナトリウムに富み、カルシウムに乏しいという、通常のマグマとは異なる特徴が確認されていた。本年度はこれらの結果を補強し、ガラス質岩の生成に熱水変質を受けた岩石が関与したことをより強固に示した。さらに、組織観察を進め、微小鉱物の晶出順序を明らかにした。地質温度圧力計を用いて微小鉱物の晶出温度および含水量条件を推定した結果、900℃を超える高温かつ低含水量条件であったと推定された。また、マグマが破砕した深度についても検討し、極低圧条件下であったことが明らかとなった。ガラス質岩をもたらしたマグマの起源については、ガラス質岩、安山岩質核部、および各種変質鉱物の全岩化学組成を比較検討した結果、シリカ鉱物および鉄含有ミョウバン石を主体とする変質岩が起源である可能性が示唆された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、マグマが関与した水蒸気噴火において、マグマ自体が熱水系とどのように相互作用した

のかを解明している。対象とした特殊な火山弾のガラス質部分は、熱水系内で変質を受けた岩石がマグマによって溶融し、その溶融物がマグマと混合して固結したものであると推定された。マグマが関与する水蒸気噴火では、熱水系の変質帯が溶融温度以上の高温にさらされ、変質帯中の岩石の溶融が生じることで、噴火規模や爆発性が増大する可能性があることが示唆される。本研究の成果は、モニタリングによる火山活動評価において注目すべき指標に関する知見を提供し、地震火山災害軽減研究の課題「５．（６）高リスク小規模火山噴火における客観的な火山活動評価」に貢献する。また、熱水系構造の解明にも資することから、同研究課題「１．（５）ウ　火山噴火を支配する熱水系構造の解明」にも貢献する。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

Masao Ban, Mutsumi Matsuoka, Takumi Imura, Kae Tsunematsu, Motohiro Sato, Akiko Matsumoto, Mitsuhiro Nakagawa, 2025, Melting of hydrothermal system: Petrology of glassy-like bombs in 1895 eruption of Zao Volcano, NE Japan, IAVCEI2025, 1.8.2, Geneva.

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

伴雅雄（山形大学理学部）, 井村匠（山形大学理学部）
他機関との共同研究の有無：無

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：山形大学理学部
電話：
e-mail：
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：伴雅雄
所属：山形大学理学部

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO18

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）日高衝突帯付近の内陸地震発生域における比抵抗構造の解明
（英文）Resistivity imaging of inland seismogenic zones around the Hidaka collision zone

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和７年度の計画の概要：

北海道の日高地方では、千島弧の前弧部が東北日本弧に衝突して日高衝突帯が形成され、活発な内陸地震の発生場となっている。日高衝突帯では過去100年間にM6.5以上の内陸地震が3回発生しており、その中には被害地震である1970年日高地震（M7.0）も含まれる。また、甚大な被害を及ぼした2019年胆振支庁東部地震（M6.7）や1982年浦河沖地震（M7.1）についても、この衝突運動の影響が指摘されている。このように、日高衝突帯周辺域は、日本における主要な内陸地震発生帯の一つとみなすことができる。加えて、当地域の内陸地震は、(1) 発生深度が30～50 kmと一般的な内陸地震に比べて深いこと、(2) 大規模な地質境界において発生すること、という特徴を有する。これらの地震発生場を地下構造探査により解明することは、内陸地震発生の一般性の理解にもつながる。しかしながら、該当地域は重要性が高いにもかかわらず、本建議においては研究対象となっていない。

そこで本課題では、日高衝突帯南部において電磁気（MT）探査を概ね12地点で実施し、既存のMT観測データと統合して対象領域の精密な三次元比抵抗構造を解明する。得られた比抵抗構造を将来の総合研究に向けた基盤データとして整備する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2025年9～10月にかけて計10日間、日高衝突帯南部において広帯域MT観測を実施した。当初は12地点での観測を計画していたが、ヒグマの出没状況を踏まえた安全確保の観点から一部測点での観測を断念し、観測点数を合計10地点に調整して実施した。取得した電磁場時系列データから、BIRRPコード（Chave and Thomson, 2004）を用いてMTインピーダンス（応答関数）を推定し、FEMTICコード（Usui, 2015; Usui et al., 2024）により三次元インバージョン解析を行った。解析に際しては、既往研究（Ichihara et al., 2016）で課題となっていた海底地形および海岸線の影響を詳細にモデルへ取り込み、比抵抗構造推定における不確定性の低減を図った。

得られた三次元比抵抗構造では、日高主衝上断層を境として下盤側に分布する低比抵抗域が、従来より明瞭に抽出された。また、日高変成帯南部の幌満橄欖岩体付近において、千島弧に属すると考えられる岩体が局所的に薄くなっていることが示唆された。これらは、日高主衝上断層が浅部で低角化している可能性を示すものであり、従来の単純な高角衝上断層モデルのみでは東北日本弧―千島弧の衝突過程を十分に説明できない可能性が示された。

地震活動との対応関係として、内陸地震は主として高比抵抗域に分布し、低比抵抗域ではほとんど確認されない傾向が認められた。日高地域は地殻熱流量が低いとされ（西田・橋本, 2007）、低温域が深部まで分布すると考えられるが、これらの高比抵抗域は低温条件と整合的である。したがって、

地殻温度の低さが脆性破壊の深部化、すなわち地震の深部発生に関与している可能性が示唆される。

一方、低比抵抗域は沈み込み太平洋プレートから上昇する間隙流体に対応する可能性が議論されている（Ichihara et al., 2016）。これらの比抵抗境界は日高主衝上断層を反映している可能性があるが、本研究によりその分布がより明確となった。さらに、この比抵抗境界に沿って地震クラスターが分布しており、既往研究（Ichihara et al., 2016）で指摘された「構造境界と地震活動の関連」について、本研究で比抵抗構造推定の精度を向上させたことにより、より明瞭に検討可能となった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

地震火山災害軽減研究の「1. (5) イ．内陸地震」では、「大学は，断層帯強度不均質の実態を把握し，大地震の空間的な発生ポテンシャル評価を目指すために，稠密な地震・電磁気・GNSS観測を行う。また，比抵抗や地震波速度等の地下構造と，すべり分布や震源分布等との比較により，過去に発生した大規模な内陸地震について，地下構造と破壊との関係を明らかにする」と記載されている。さらに、「5. 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究 4) 内陸で発生する被害地震」では、「大学は，内陸地震について，活断層や過去の大地震震源域周辺で，地震・測地観測，電磁気探査，地盤構造探査，変動地形学的調査，被害調査を実施し・・・」とされており、大規模内陸地震発生帯における地下構造の解明が重要課題である。

本研究は、重要地域である一方で本建議にて研究対象とされてこなかった日高地域において、比抵抗構造を従来研究より高精度に推定した。その結果、(1) 地震クラスターがテクトニックな大断層（日高主衝上断層）沿いに分布する可能性を示唆したこと、(2) 他の深部内陸地震が高比抵抗域で発生していることを明らかにした。これらは、「大地震の空間的な発生ポテンシャル評価」、すなわち地下構造（比抵抗等）と震源分布、破壊過程との比較により、地下構造と破壊の関係を明らかにするという建議の目標に直接資する成果である。加えて、従来の単純な高角衝上断層モデルのみでは東北日本弧―千島弧の衝突過程を十分に説明できない可能性を示した点は、地質学的意義にとどまらず、現在の被害地震をもたらすアクティブテクトニクスの理解にも重要である。

さらに本研究では、従来解析の不確定性要因であった海域効果を適切に扱うことで、比抵抗構造の高精度推定を実現した。内陸地震の重要地域の多くは海岸近傍に分布し（例：2024年能登半島沖地震、2007年中越沖地震）、同様の課題を抱える地域は少なくない。本研究で確立した手法的枠組みは、対象地域に限定されず、今後の内陸地震発生域における比抵抗構造解明の高度化に波及し得る。以上より、本成果は、地下構造と地震発生場の関連を検証するための基盤情報を提供し、建議の目的達成に対して具体的に貢献するものである。

今後は、(i) 国際誌での成果公表による本年度成果の共有、(ii) 観測点の追加および既存データの再解析による対象範囲の拡張（2018年胆振東部地震発生域を含む）と空間分解能の向上、(iii) 地震活動（震源分布、応力場）や地震波速度構造、地表地質、変動地形、測地データ等との統合解析の推進により、地下構造と破壊、地震活動の関係を一層明確化する計画である。これらを通じて、日高衝突帯周辺における内陸被害地震の発生条件および発生ポテンシャル評価の精度向上に資する知見を蓄積し、長期的観点から「災害の軽減に貢献する」という目標へ接続していく。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

江尻智香・市原寛・松山和樹・中濵壮大・堀川 信一郎, 2025, 北海道日高変成帯幌満橄欖岩体周辺の比抵抗構造の推定, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS08-P02

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

市原　寛（名古屋大学大学院環境学研究科）, 堀川　信一郎（名古屋大学全学技術センター）, 江尻

智香（名古屋大学大学院環境学研究科）, 中濱　壮大（名古屋大学大学院環境学研究科）, 土方　歳志（名古屋大学大学院環境学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
橋本 武志（北海道大学大学院理学研究院）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：名古屋大学大学院環境学研究科
電話：052-789-3040
e-mail：ichihara.hiroshi.i9@f.mail.nagoya-u.ac.jp
URL：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：市原　寛
所属：名古屋大学大学院環境学研究科

令和７年度年次報告

課題番号：KOBO19

（1）実施機関名：

公募研究

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ巨大地震想定震源域近くの温泉・地下水のヘリウム同位体比を指標とした深部起源流体の研究

（英文）Research on deep-derived fluids using helium isotope ratios of hot springs and groundwaters close to the Nankai Trough seismogenic zone

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
イ. 内陸地震の長期予測
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震

（5）令和７年度の計画の概要：

本研究では、今後新たに南海トラフ地震に関する警報・注意報が発令された場合に備えて、地球化学的視点から中長期における巨大地震の発生可能性の相対的な高まりを評価し、また警報・注意報を発令するきっかけとなった地震の地震像を即時的に把握する手法を開発するための基礎データを整備することを目的として、南海トラフ巨大地震の想定震源域に面した太平洋岸に分布する温泉のヘリウム同位体比（$^{3}He/^{4}He$比）観測を実施する。また温泉水試料について、陽イオン・陰イオン濃度の分析と、水の酸素・水素同位体比の分析も実施し、水の起源に関する知見を多角的に得ることを試みる。得られた$^{3}He/^{4}He$比の分布と、沈み込んだフィリピン海プレートからの流体の供給により発生していると考えられている深部低周波地震の分布と比較することで、深部から供給される流体が効率よく地表へと至り、深部流体の供給量の変動のモニタリングに適している温泉を探索する。

（6）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本年度は、2024年8月8日と2025年1月13日の日向灘地震の震源域に近い宮崎県太平洋岸と、高知県南東部、紀伊半島南西部の温泉を調査し、遊離ガスあるいは温泉水・冷泉水を採取した。

マントル起源流体に比べ大気中に相対的に多く存在し、ヘリウムと同じ希ガス元素の１つであるネオン（^{20}Ne）を指標として、大気ヘリウムの混入を除いた$^{3}He/^{4}He$比を求めたところ、宮崎県太平洋岸では0.22～0.97 Ra（Raは大気中の$^{3}He/^{4}He$比を示す）、高知県南東部では0.71～1.3 Raと、やや低い値が得られたのに対し、紀伊半島南西部では0.7～5.3 Raと、やや高い値が得られた。これらの結果は過去の文献値（宮崎県：Umeda et al., JGR 2007; 高知南東部：Wakita et al., JGR 1987; 紀伊半島南西部：Matsumoto et al., EPSL 2003; Morikawa et al., GCA 2016）と整合的であった。13カ所の採取

地点のうち1カ所を除いて大気ヘリウムの混入率は0.05～40%と低く、今後の定期観測や、南海トラフ地震の想定震源域でやや大きい地震が起こったときに、それに対応した$^{3}He/^{4}He$比の変動を見るのに適した地点であることが明らかとなった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は今年度開始したばかりであり、静岡県から宮崎県までに及ぶ広大な南海トラフ地震の想定震源域をカバーするにはまだまだ観測地点の数が不足しているが、過去からの10年～40年間のデータ取得の空白を埋めるとともに、長期の変動を評価するという意味では重要なデータが得られている。今後はさらにデータを拡充し、群発地震や巨大地震を引き起こす上で重要な役割を果たしていると考えられている深部流体の上昇状況を、$^{3}He/^{4}He$比を指標として南海トラフ域について把握することで、地震火山災害軽減研究「2. (1) ア．プレート境界巨大地震の長期予測」で目標とされているプレート間隙流体分布の解明にもとづく南海トラフ地震震源域の場の理解の推進に貢献し、温泉や地下水の$^{3}He/^{4}He$比観測が、国の長期評価等の防災施策に活用される、新たな長期予測手法となる端緒となると期待される。

また本研究を次年度以降も継続することで、「2. (2) イ．観測データに基づく経験的な予測と検証」で求められている、先行現象候補としての$^{3}He/^{4}He$比の変動の地球化学的データ収集に貢献するとともに、様々な地球物理学的観測結果と地学条件と比較することで、温泉や地下水の$^{3}He/^{4}He$比が先行現象となる機構を探る。

本研究は温泉や湧水の$^{3}He/^{4}He$比の時空間分布が、巨大地震の発生場の理解と逼迫度の評価に用いることができるかを検証する、現在はほとんど行われていない試みであり、「5. (1) 南海トラフ沿いの巨大地震」に掲げられている、中長期における巨大地震の発生可能性の相対的な高まりを評価する手法の開発に相当する。また地震発生後にもその発生機構を反映して温泉・地下水の$^{3}He/^{4}He$比が変動することが、内陸型地震の場合には報告されている（1995年兵庫県南部地震：Sano et al., Chem. Geol. 1998, 2011年長野県中部地震：Umeda et al., Appl. Geol. 2013, 2016年熊本地震：Sano, Takahata, Kagoshima et al., Sci. Rep. 2016, 2023年能登半島地震：Kagoshima, Sano et al., Nat. Commun. 2025）。これらの例と同様に、将来南海トラフ地震の震源域で2024年8月8日の日向灘地震のような規模の地震が発生した直後に九州南東部～四国南部～紀伊半島南部において観測する温泉水・湧水の$^{3}He/^{4}He$比を、本研究により取得しておいたデータと比較することで、地震像の即時的把握手法の構築に貢献するとともに、国あるいは気象庁が発令する南海トラフ巨大地震に関する警報・注意報の継続期間を評価する材料の一つになり得ると期待される。

（7）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kagoshima, T., Sano, Y., Takahata, N., Kawamoto, Y., Shibata, T., Li, Y., Morishita, T., Hiramatsu, Y., Nakajima, J., 2025, Helium isotope anomaly in groundwater prior to the 2024 Noto Peninsula earthquake, Nature Communications 16, 10414, doi: 10.1038/s43247-022-00649-6., 査読有, 謝辞無

Yamazaki Y., Narita A., Umeda K., Sumino H., Maeda T. and Amano T., 2025, Relationship between helium isotopes and focal depths of low-frequency earthquake, Northeastern Japan, Geoscience Letters, 12: 22, doi: 10.1186/s40562-025-00394-6., 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

鹿児島渉悟・佐野有司・高畑直人・河本結名・柴田智郎・平松良浩・森下知晃・中島淳一, 2025, 能登半島の群発地震・2024年M7.6地震に関連した地下水の化学的異常. 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG59-P05.

Hasegawa M., Umeda K., Sumino H., Morikawa N., Ohwada M., Shintani T., Maruyama S., 2025, Temporal variations of helium isotopes observed in earthquake swarm regions on the Noto

Peninsula, central Japan, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SGC37-P01.

長谷川未侑・角野浩史・森川徳敏・梅田浩司, 2025, 2024年能登半島地震前後におけるヘリウム同位体比の時空間分布, 日本質量分析学会同位体比部会2025.

（8）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（9）実施機関の参加者氏名または部署等名：

角野　浩史（東京大学先端科学技術研究センター）
他機関との共同研究の有無：有
鹿児島渉悟（富山大学学術研究部理学系）, 佐野有司（高知大学海洋コア国際研究所）

（10）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学先端科学技術研究センター
電話：03-5452-5096
e-mail：sumino@igcl.c.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.igcl.c.u-tokyo.ac.jp/

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：角野　浩史
所属：東京大学先端科学技術研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：KUS_01

（1）実施機関名：

京都大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震サイクルにおける断層すべりのモデリングにおけるデータ同化研究
（英文）Data assimilation study on the fault slip during earthquake cycles

（3）関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、物理モデルによる地震発生予測のプロトタイプの完成を目指している。具体的には以下の通り。

A. 豊後水道と琉球における現実的なプレート形状を用いたSSEデータ同化
(a) 豊後水道および琉球海溝を対象とし、現実的なプレート形状のモデルを用いて、SSEデータ同化システムを構築する。データ同化手法により得手・不得手があるので、アジョイント法とアンサンブルカルマンフィルターの２つの手法で同化システムを構築する。ある程度できているので、早期に完成を目指す。
(b) (a)で開発したモデルを用いて双子実験を行い、摩擦パラメータの推定を行う。また、摩擦パラメータと物理量の初期値の同時推定を試行する。
(c) プレート境界にSSE発生域に加えて固着域がある場合に対して(b)と同様の実験を行う。
(d) 実データを用いた同化実験を行い、SSE発生、および、固着域の固着状態の時間発展の予測可能性を評価する。
(e) (a)～(d)と並行して、八重山地域における独自のGNSS観測を継続する。

B. 粘弾性応答関数の取り込みを実装する。

C. Physics Informed Neural Network による摩擦パラメータの推定手法を開発する。データ同化システムでの利用を試行する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

物理法則に基づいた断層すべりの予測を目指し、日向灘沖˜四国沖の複数セグメントで発生するSSEを対象としたEnKFデータ同化を実施する。これまでの研究で、走向方向に長い断層上での自発的な応力不均質の形成というこれまで見過ごされていたSSEのセグメント化メカニズムが見出されたが、実際

のSSE発生域においては、さらに断層面形状や周囲の断層面固着状態の時空間不均質などを考慮する必要がある。令和６・７年度は、これらを考慮したシミュレーションにより各要素がどのように実際のSSEの挙動、セグメント化を支配するのかを明らかにする。令和８・９年度には、その結果を踏まえて、EnKFを用いたデータ同化の実現に重要となる初期アンサンブルの設定を行い、実際の観測データに対してデータ同化を実施する。令和10年度は、データ同化の実施により構築した数値モデルの現状のデータ再現能力と予測能力を評価する。
また物理深層学習（PINN）を用いた摩擦特性推定・断層すべり予測手法を、実際のSSEに適用する。令和６年度は物理深層学習（PINN）を用いた摩擦特性推定・断層すべり予測手法を２次元断層モデルに拡張し、より現実的な問題設定におけるPINNの有効性を検証する。令和７年度は、現実的なプレート形状を導入し、データ同化による摩擦特性推定・断層すべり予測に関する数値実験を行う。平面形状の場合の結果と比較を行う。この結果に基づき、令和８年度に実観測データへの適用により摩擦特性の推定を行う。また令和９年度には得られた摩擦特性により次のSSEの発生やSSEの時空間発展の断層すべりの予測の試行を試みる。令和10年度は、より現実的に、運動学的に固着域を置いたときの過去の断層すべり状態の推定および将来予測の試行を行う。上記をデータ同化とPINNを用いた手法で検証する。
また巨大地震後の余効変動に対するデータ同化適用において、粘弾性変形・余効すべりを考慮した同化手法開発および数値モデルの改良を行う。令和６・７年度はEnKF及びアジョイント法の適用・非線形数値モデルに対する両者の性能を比較する。東北地方太平洋沖地震後の余効変動等実際の問題に適用する。令和８年度からは、剛性率の不均質構造を考慮できるよう数値モデルの改良を行い、変形やすべりの推定・推移予測の向上を図る。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
課題番号：KUS_01

1.はじめに

この課題では、主として地殻変動の観測データ（以下、単に観測データとよびます）と、摩擦構成則に基づく断層面上のすべり履歴に関する数値モデル（以下、単に数値モデルとよびます）とを統合することで、観測データに合う数値モデルを求めるデータ同化の手法を開発することが目的です。2025年度は、 [1] 物理ベースの深層学習 PINNに基づくすべり応答関数の計算手法の開発、[2] PINN による豊後水道におけるスロースリップのデータ同化による摩擦パラメータの推定、[3] 南海トラフにおけるSSEの発生物理モデル、[4] 南海トラフ沿いで発生する巨大地震発生モデル構築に関する研究、[5] をすすめました。

[1] 物理ベースの深層学習 PINNに基づくすべり応答関数の計算手法の開発

データ同化を行うためには、現実的な観測モデルや数値モデルを用いることが重要です。最近開発された物理に基づく深層学習（PINN)は、支配方程式系、初期条件、境界条件、観測データとの適合性の和を損失関数の形で表わし、興味のある変数・パラメータに関する最適化問題として捉えることで、逆問題を解くことができます。通常の逆解析と異なり、支配方程式や初期・境界条件にも残差を許していることが特徴です。Okazaki et al. (2022) は２次元面外問題において、地震時の断層すべりに対する変位・応力応答の順問題に、Okazaki et al. (2025) は２次元面内問題において、地震時の地殻変動データからすべり分布を求める逆問題にPINNを適用しました。本研究では Okazaki et al. (2022) を粘弾性緩和の問題に拡張し、断層運動に対する地震時・地震後の変位・応力応答の順問題と、地震時・地震後の変位データから地震時のすべり分布を求める逆問題にPINNを適用しました。

Okazaki et al. (2022) にならって、２次元の半無限媒質を考えましょう。２層水平成層構造で、上に弾性層、下に Maxwell 媒質の粘弾性基盤があり、弾性層に地表まで延びる鉛直な断層が走っているモデルを考えます。まず最初に順問題として、初期時刻にこの断層で s だけ横ずれすべりがあったとする面外問題を考えました。このときの媒質の変位応答は、運動方程式と媒質の構成方程式、地震時において断層面上のすべり量を与える初期条件・境界条件、自由表面の境界条件、層境界での接続条件をL2ノルムの形で表し、その和をとった量（損失関数）が最小になるような最適解を求めました。

得られた変位場と応力場は、解析解の特徴をよく再現していますが、ほぼ完全に一致するとはまだ言えない状況です。

さらに、解析解に基づいて人工的にデータを生成して観測データとし、観測値とPINNによる計算値の差を損失関数に与え、PINNですべり分布を求める逆問題にも取り組みました。得られたすべり分布は、PINNに与えている方程式系を満たす力学的に整合がとれた解になっていますが、真のすべり分布から有意にずれており、その原因を検討しているところです。

[2] 物理ベースの深層学習 PINNに基づく断層面上の摩擦パラメータ分布の推定

物理法則を組み込んだ機械学習手法である物理深層学習（Physics-Informed Neural Networks、PINN）を用いた摩擦特性の空間分布推定手法を、2010年に豊後水道で発生した長期的スロースリップを含むGNSSデータに適用しました。その結果、四国南西部から豊後水道にかけて東西に楕円型に伸びる速度弱化域とその周囲を取り囲むような速度強化域が推定されました（図１）。この結果からすべりが足摺岬直下で始まり西方へ伝播したことが明らかになりました。また、推定された断層すべりを用いると、強い制約を課す従来型のデータ同化では再現できない地表変位の時空間パターンを再現することが分かりました。この成果は、PINNを用いた物理に基づく逆解析の有効性を示すもので、断層の物理の理解や将来的な断層すべり予測の発展につながる可能性を示しています。

なお、本成果は「情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト」との共同で得られた成果です。

[3] 南海トラフにおけるSSEの発生物理モデル

(1)走向方向に長い均質平面断層上のすべり挙動

断層すべりは岩石の摩擦実験から得られた速度状態依存摩擦則（RSF則；Dieterich, 1979; Ruina, 1983）に基づいてモデル化され、現実の断層で見られる不均質なすべりは通常摩擦特性や断層形状といった不均質性により解釈されてきました。しかし、走向方向に長い均質な断層面上において、非地震性のすべりイベントであるスロースリップイベント(SSE）が自発的にセグメントに分裂して発生する様子が数値モデル研究により報告されており(Dal Zilio et al., 2020; 大畠2023)、我々はこのようなSSE挙動を、数値モデルを用いて詳細に調べてきました。

走向方向に長い均質断層で起こるSSEは、前述の通り自発的に分裂して発生します。断層の摩擦特性によって、SSEセグメントの境界は時間方向に変化しない場合(大畠,2023)や境界が現れたり消えたりと時間方向に変動する場合(Liu, 2014; Li et al., 2018)が報告されています。本研究では、全無限均質等方弾性体中の一定速度で載荷される平面断層を設定します。この断層は走向方向に長い一様な速度弱化(VW)領域とそれを囲む速度強化（VS）領域を持つものとします。我々はVW領域で発生するSSEの発生様式を網羅的に調べる数値実験を実施し、VW領域のすべりパターンがVS領域の有効法線応力σに大きく影響されることを見出しました。断層強度を$|a-b|\sigma$とすると（Luo and Ampuero, 2018; a, bは摩擦パラメタ）、VS/VW領域の強度比が大きいとき、SSEはカオス的なパターンを示し、セグメント境界は一定でなく時間方向に変動しました。一方強度比が小さい場合には、周期的で持続的なSSEが発生し、セグメント境界は時間方向に変化せず一定でした。前者でSSEはVS領域へすべりがよく染み出すのに対して、後者では殆ど染み出さしません。この違いがカオス的/規則的なSSE挙動の変化原因と考えられます(錦織・他、2024地震学会)。

本年度我々は、VS領域のσに依存するSSE挙動を理解するために、上記断層モデルに対して線型安定性解析を行ないました。低σでは、実現されるSSEセグメントの空間パターンは大きな成長率を持つ線形化摂動の空間パターンに対応し、安定した規則的なセグメント化したSSEとなっていると理解できます。一方高σでは、大きな成長率を持つ線形化摂動の空間パターンは単一セグメントのものでした。単一セグメント、つまり分裂しないSSEが予期されますが、モデル上では様々なサイズにカオス的にする分裂SSEが観測されます。これは、予測される単一セグメントのサイズが、断層のdip方向の幅と同程度である震源核形成サイズよりもはるかに大きいために、不安定の成長過程でそのサイズを維持できず、結果として起こるSSEは分裂し、低σの場合とは異なりその分裂は安定なものではなくカオス的になると解釈されます。

これらの結果は、先行研究で示された均質断層におえるSSEのダイナミクスを説明するものです。本研究はSSE断層の周囲の状況がSSEのすべり挙動を決める重要な要因であることを示しています。本研

究では特に周辺領域の有効法線応力に焦点を当てましたが、隣接する地震発生域の位置や固着状況など、SSEの染み出し方に関わるものは同様にSSEのすべり挙動に作用すると考えられます。以上の研究成果を現在国際誌に投稿中です(Nishikiori et al., submitted)。

(2)短期的SSEの発生モデル構築
SSEのうち、特に発生期間が数日から数週間程度まで、再来間隔が数か月程度までと短いものを短期的SSE(以下S-SSE)といいます。南海トラフ領域では四国西部の深部で多数のS-SSEが検出されており、7か月程度の再来間隔や、11日程度の継続期間を持つことがわかっています(Yabe et al., 2023)。またYabe et al. (2025)はS-SSEの詳細なすべり過程を明らかにし、断層面上を伝播する様子や、モーメントレート関数の概形が頂点の前後で非対称となり後ろに伸びた形であることを示しました。
本年度、我々はこれらの特徴を再現するS-SSE発生モデルの構築を試みました。速度・状態依存摩擦則(RSF則; Dieterich, 1979; Ruina, 1983)、Aging則(Ruina, 1983)に基づく断層すべり準動的シミュレーションを実施し、現れるすべりイベントのモーメントレートの時間発展や、最大すべり速度・継続時間・発生間隔といった物理量を調べました。
まず平面断層を仮定し、SSEの発生域として速度強化(VS; $a-b>0$)領域に囲まれた円形または矩形の速度弱化(VW; $a-b<0$)パッチを考えます。VW領域の形状に依らず、$a-b$またはLの増加に伴い各物理量は減少しました。これは震源核形成サイズが増加することに伴うすべりの変化として解釈できます。ただし矩形パッチではLの増加に伴い発生間隔が増加し、これはイベントの開始位置がケースによって変化することによると解釈できます。イベントの発生様式はVWパッチ形状によって異なり、円形の場合は同一のイベントが繰り返す規則的な周期的イベントが現れました。一方矩形パッチでは規則的な周期的イベントを示すケースに加え、摩擦パラメタによっては、イベントのくり返しごとにすべり過程が変化する非周期的なケースも見られ、非周期的なケースでは観測で見られた複数のピークを持つモーメントレートを描くものもありました。またS-SSEのすべり挙動はVS領域の有効法線応力にも依存し(Nishikiori et a., submitted)、VS領域の有効法線応力がVW領域に比べて高い場合には、すべりが局所化しさらに走行方向に伝播する様子が再現できました。しかし、いずれの場合においても、観測される全ての物理量を再現する摩擦パラメタは存在しませんでした。例えば観測と同程度の最大すべり速度・発生間隔を持つ場合の継続時間は観測より長くなりました。
次に、実際の断層面形状を取り入れ、一定の深さにVW領域を設定して、現れるすべり挙動を調べました。断層面形状の効果により、イベント時に大きくすべる領域は観測と同様に四国西部に局所化しましたが、観測で見られたような走行方向のすべりの伝播は見られませんでした。以上のことから、観測で見られる南海トラフ深部S-SSEの特徴を再現するには、今回設定したagigng lawとは異なる摩擦則や断層面上により複雑な摩擦不均質を考える必要があると考えられます。

[4] 南海トラフ沿いで発生する巨大地震発生モデル構築

南海トラフ沿いでは、マグニチュード8〜9クラスの巨大地震が繰り返し発生しています。これら一連の地震発生は、プレート境界上の摩擦不均質を考慮した3次元断層モデルを用いた、速度・状態依存摩擦則（RSF則; Dieterich, 1979; Ruina, 1983）に基づく準動的シミュレーションによって再現されています（Hirose et al., 2022; Hyodo et al., 2016）。最近、Noda et al. (2021) によってプレート境界における現在の剪断応力変化率が推定されており、力学的な固着域を示唆する4つの局所的なピークの存在が指摘されています。これらの領域は過去に発生し地震の主要なすべり域に対応しており、将来の主な破壊領域となる可能性を示しています。本研究では、以上の観測された剪断応力変化率分布を再現できる地震発生モデルの構築を試みました。なお、上記剪断応力変化率は現在におけるスナップショットであり、地震間を通して必ずしも一定であるとは限らないことに留意する必要があります。
まず我々はHyodo et al. (2016) に従い、主に深さ依存する摩擦特性分布を採用し、プレート境界面形状を導入した断層モデルにおいてすべりの時間発展を計算しました。地震時のすべり分布は過去に発生した地震と矛盾しないものが得られましたが、地震間の剪断応力変化率分布は比較的一様な様子を示し、観測で得られたような局所的なピークは現れませんでした。そこで次に、上記深さ依存する摩擦特性分布に加え、観測された応力変化率分布の4つのピークを表す4つの円形パッチを導入しました。パッチを摩擦パラメタ$a-b$の不均質によって表されたモデル($a-b$モデル)と、特徴的すべり距離Lの不均質によって表したモデル(Lモデル)の2種類を比較します。比較のため、円形パッチ内の摩擦パラメ

タは固定し、パッチの外側領域のパラメタを変化させます。
a－bモデルでは、地震間の剪断応力変化率における4つのピークは再現されるものの、地震は各パッチで独立して発生し、歴史記録とは整合しません。一方、Lモデルにおいて周囲のL値がパッチ内のL値よりは大きいものの極端には大きくない値を取る場合、地震間の剪断応力変化率は、摩擦特性の深さ依存のみを仮定した場合の結果と同様に局所的なピークは現れませんでした。しかしながら、1回のイベントで破壊が複数のパッチにまたがって及ぶ点は歴史記録と整合的でした。パッチ周囲のL値が極端に高い場合、地震は個々のパッチで単独に発生するようになり、a－bモデルと同様に剪断応力変化率のピークが現れました。更なるパラメタ調査は必要ですが、本研究の結果より、単純化された4つのパッチ設定では、観測された剪断応力変化率分布と地震発生様式の両方を同時に再現することは困難である可能性があり、より複雑な摩擦特性不均質を考慮する必要があるかもしれません。

[5] 応力比の空間分布推定の試み

地震発生予測や地震の物理を理解するためには滑りの時（空）間発展がどのようになっているかを知ることが重要で、これは主に地殻変動データから推定が行われています。地殻変動データは地表近傍でしか得られず、推定精度や分解能には限界があるため、これに対する方策として、地殻変動以外の他のデータ、例えば応力場情報を用いることが考えられるます。
以前、P波初動極性（押し引き）から応力場の空間パターンを推定する手法を開発しました[Iwata, 2018, JGR]。手法の特徴は解析対象領域を分割せず応力場推定を行う点にあります。推定においては主応力軸の向きを3つの角度の組（オイラー角）で表し、オイラー角の空間変化が滑らかに変化するという制約（空間平滑化）を課します。そして、その制約の強さ（重み）も合わせて推定する階層ベイズモデルを用いました。なお、主応力軸の向きの空間変動を推定する際、応力比は空間変動がない（一定）としていました。これは、応力比に空間変動を許して推定を行っても、空間平滑化の重みが非常に大きくなり「応力比が空間一定」ということになってしまうためです。
しかし、こうなる理由は応力場推定の定式化に起因すると考えられます。元々、応力場は応力テンソル6成分で表されますが、P波初動極性は3つの主応力の値の差を反映するに過ぎず、さらにそれらの差の比にのみ影響されます。よって独立に求め得るのは応力テンソル6成分のうち4成分（自由度4）となり、これを3つの角度であるオイラー角と応力比に分けて推定を行っています。このように本来は対等である4つのパラメータを「オイラー角」「応力比」という意味合いの異なるパラメータに分けていることが、応力比の空間変動を求めにくくしていると考えられます。
これを踏まえて、応力テンソルそのものの空間変動を推定することを試みました。上記の通り、P波初動極性から得られるものは応力テンソル6成分のうち4成分なので、「対角成分の和が0」という制約を課し、さらに「応力テンソルに対応する行列の各成分の2乗和が１」（フロベニウスノルムで正規化した行列、以下「正規化行列」）の空間変動を求めることとしました。また、この正規化行列の各成分に対して空間平滑化を課し、 Iwata [2018]と同様、階層ベイズモデルにより空間平滑化の重みも推定しました。そして推定された正規化行列より、主応力軸の向きや応力比を求めました。
Iwata [2018]で解析した2000年鳥取県西部地震の余震データへ適用した例を示します。なお、Iwata [2018]では応力場に対応するパラメータの空間パターンを表現するのにcubic B-splineを用いていました。これに対し、ここでは震央位置を三角形の頂点とするドロネー三角形分割を用い、各震央位置に応力場を表すパラメータを配置する（岩田[2023, 地球惑星科学連合2023年大会]）ことで空間解像度の向上を図っています。
図2に示すとおり、複雑な応力比の空間変動が見て取れます。特に2000年鳥取県西部地震本震時に大きな滑りがあったとされる領域（図2の紫色の矢印のある領域）の中央付近（(x, y) = (2, -2)の付近）で応力比が小さくなっており、これは本震時の応力解放に対応するものかもしれません。但し、これ以外にも局所的に応力比が小さくなっている箇所が点在しているため、物理的な解釈は今後の課題です。また、計算にはマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いているため計算負荷が過大であり、今回示している結果はあくまで暫定的なものであることにも注意する必要があります。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Fukushima, R., Kano, M., Hirahara, K., Ohtani, M., Im, K., & Avouac, J.-P. (2025). Physics-informed deep learning for estimating the spatial distribution of frictional parameters in slow slip regions. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2024JB030256. https://doi.org/10.1029/2024JB030256, 査読有, 謝辞無

加納将行、プレート境界の断層すべりの現状把握・短期推移予測に資するデータ同化研究の進展、システム制御情報学会誌「システム／制御／情報」、第69巻8号、2025, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Masayuki Kano, Data Assimilation for Monitoring Fault Slip Behavior, International Workshop on Interdisciplinary Research of Information Science and Seismology, Tokyo, Japan, November 2025

加納将行、福嶋陸斗、大谷真紀子、平原和朗、PINNを用いた断層すべりモニタリング手法の開発、「数値解析が切り開く新たな情報社会～データ駆動型から「富岳NEXT」～」研究集会、京都、2025/10

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

2025年度に行った研究を継続し、発展させます。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

宮崎真一（京都大学理学研究科）, 大谷真紀子（京都大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
加納将行（東北大学理学研究科）, 研究協力者：岩田貴樹（広島県立大学）, 研究協力者：平原和朗（香川大学）, スタンフォード大学,統計数理研究所

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学理学研究科　地球惑星科学専攻
電話：075-753-3911
e-mail：miyazaki.shinichi.2m@kyoto-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：宮崎真一
所属：京都大学理学研究科

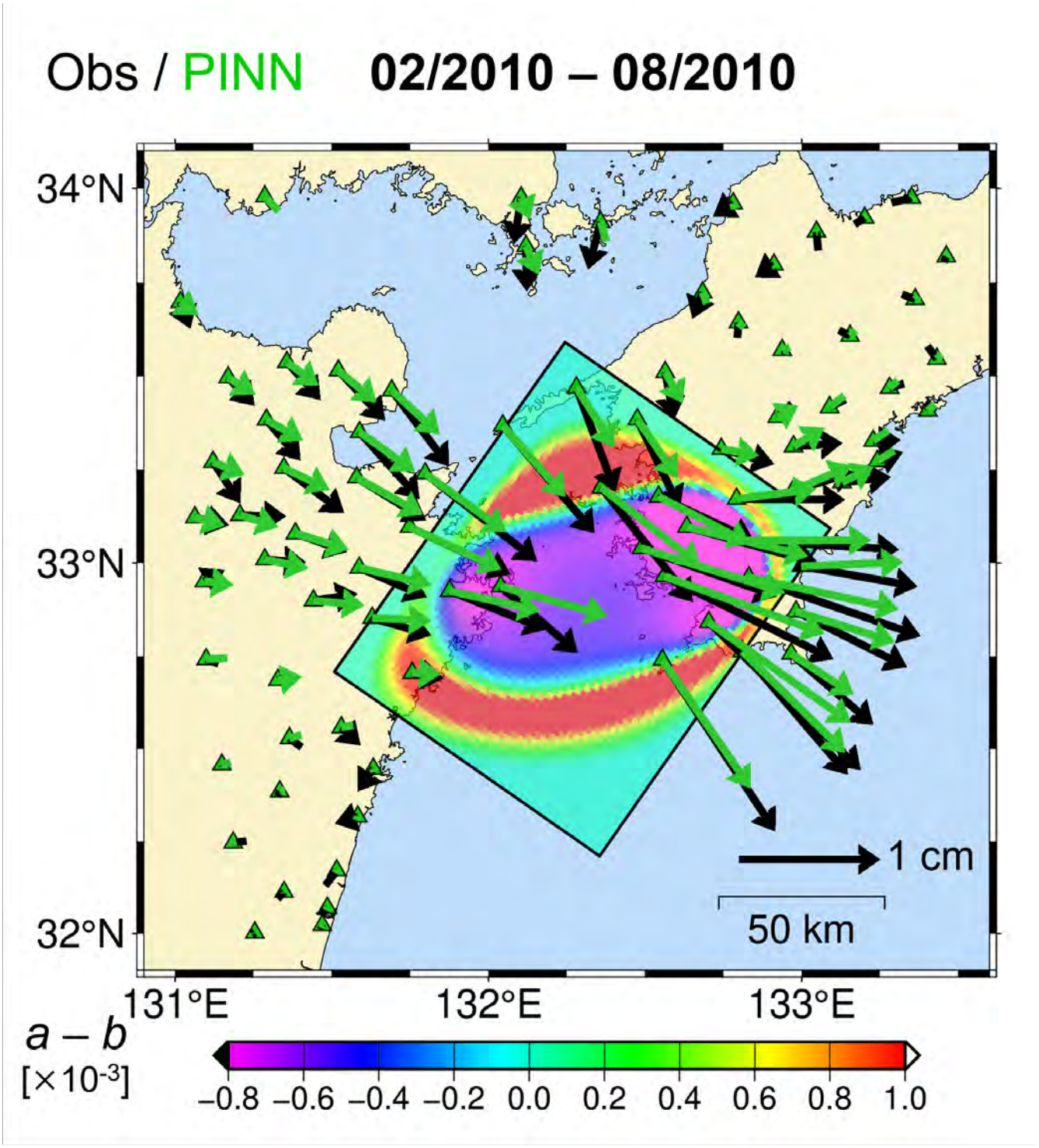

Obs / PINN
02/2010 – 08/2010
34°N
33°N
32°N
131°E
132°E
133°E
1 cm
50 km
a – b
[×10-3]
–0.8 –0.6 –0.4 –0.2 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

図 1

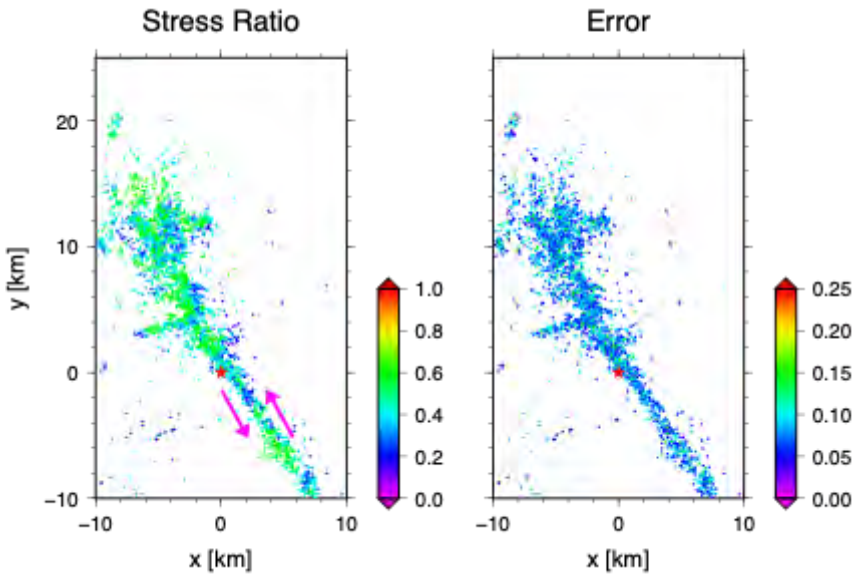

Stress Ratio
Error
y [km]
x [km]
x [km]
20
10
0
−10
−10
0
10
−10
0
10
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00

図 2

令和７年度年次報告

課題番号：KUS_02

（1）実施機関名：

京都大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）既存データに基づく噴火発生予測及び活動推移評価の試み

（英文）An attempt to the evaluation of the volcanic activities and the prediction of the eruptions based on the existing observed data

（3）関連の深い建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究

(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

（ア）多項目観測データに基づき、時系列フィルタリングやデータ同化などの時系列解析、統計解析手法を適用し、阿蘇火山の火山活動推移モデルを構築して火山活動の評価を行う。その知見を用い阿蘇火山以外の火山にもターゲットを広げ、火山噴火予測が可能かを評価する。またこうした研究で得られる知見をVUI（火山活動活発化指数）に統合し高度化を目指す。

（イ）大地震により生じる膨張場に火山が位置する場合や火山周辺のGNSSが山体膨張を示す場合、噴火の発生頻度が高まることが報告されている。これらの先行研究以降に発生した地震、山体膨張現象のデータから火山の活動レベルを評価し、火山噴火発生の予測を試行し、その的中率を評価する。

（ウ）国内のいくつかの熱水系卓越火山に対して、MODISデータの観測が開始された2000年～2023年頃までの画像解析を行い、熱異常があるかどうか、水蒸気噴火やunrest現象に対応するかどうかを検証する。可能であれば、噴火したケースと噴火未遂に終わったケースで違いがあるかどうかを明らかにし、現状では困難な場合が多い熱水系卓越火山の活動評価に対して有効な手法かどうか検証する。

上記3つの研究を核として、多方面のアプローチで火山噴火活動評価、及び噴火予測の試行に取り組む。

（6）本課題の５か年計画の概要：

（ア）令和6年度においては既存データのコンパイルを行う。2014年に始まる阿蘇火山の一連の噴火活動の基幹について各種の観測データをまとめる。特にマグマ噴火や水蒸気噴火などの規模の大きな活動前後のデータを収集しコンパイルする。令和7年-8年においては、各データの多変量相関分析や時系列解析を通し、噴火活動や火山活動の推移との関連を解析する。また令和9年-10年度で活動推移評価の高度化・未来予測を試み、活動度評価の定量化を試みる。こうした知見を阿蘇火山以外の火山にも適用し噴火活動評価を試み、更に噴火予測が可能であるかを検討する。

（イ）地震・測地記録に基づく火山噴火発生の予測試行

令和6年-令和7年度においては、国内で記録されている国土地理院等によるGNSSデータを、系統的に解析し、山体変形を定量的に評価する。世界各地で発生する大地震により生じる活火山の歪み場を評価し、2011年以降に発生した大地震について噴火発生との関係を調べる。令和8年-令和10年において国内の活動的火山についてGNSSデータを用いて山体膨張を評価し、準リアルタイムで噴火の発生の可

能性を議論する。世界の大地震による歪み場を随時計算し、周辺の活火山の噴火発生の可能性を議論する。

（ウ）MODISデータを用いた熱異常の検出

令和6年-令和7年度においてGirona et al. (2021)の解析方法を草津白根山周辺の約20年分のMODISデータに適用し、2018年の本白根山噴火や2014年の湯釜周辺のunrest現象に対応する火山体表面の熱的状態変化の検出を試みる。続く令和8年-令和10年において草津白根山を対象とした解析で培ったノウハウを、口永良部島や弥陀ヶ原など過去20年間に噴火や火山活動の活発化が観測された熱水系卓越型火山に適用し、水蒸気噴火の発生予測に有効な手法であるかどうかを検証する。

上記研究テーマの他に、国内の火山研究者を集めた研究集会を定期的に開催する。令和6年、8年、10年に対面で、また令和7年、令和9年にはオンラインで研究集会を開催する。この研究集会で研究参加者及び研究協力者の間で噴火予測に関連した研究成果を共有しその情報を集積すると共に、噴火予測に至るための新たな着想について議論する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

（ア）　阿蘇火山における既存データに元づく統計学的なアプローチによる噴火予測試行

火山観測から得られる多項目の時系列データから、物理的な実態を抽出する手法として「データ同化」は理論上、非常に有力なアプローチである。しかし、実際の火山現場において、考え得る全ての物理要素を網羅した精密なモデルを個別の火山に適用することは極めて困難である。その理由は、火道形状や地下構造の不均質性など、局所的な要素に起因する未知パラメータが膨大であり、モデルの複雑化が結果として解の不安定性や有意性の喪失を招く。そこで今年度においては、火山活動の根本的駆動要素である「熱エネルギー（エンタルピー）」に着目し、観測データをエネルギー収支という物理制約のもとで統合する手法を構築した。複雑な地下構造を詳細に仮定するのではなく、卓越する物理量に絞ることで、安定かつ解釈可能なモデル化を試みた。

・手法の概要

観測方程式には地磁気全磁力データ、SO2放出量、噴煙高度を用い、地下エンタルピー H に比例して磁場が変化すると仮定した。そして地下の累積エンタルピーを H とし、その時間変化を

$dH/dt = Qin - (Qgas + Qplume)$

で表した。ここにQin：深部からの熱供給、Qgas：SO2放出に伴う熱損失、Qplume：噴煙対流による熱損失である。これらを状態空間モデルとして定式化し、拡張カルマンフィルタを適用することで、累積エンタルピー H、深部熱供給量 Qinを逐次推定した。

・今回得られた結果

阿蘇山中岳第一火口（2007–2025年データ）に適用した結果、2014年および2019年前後の活動期には、Qin の顕著な上昇が推定され、短期的に dH/dt が正となる期間が確認された。これは、噴火期に先立ち地下の熱供給が増加する可能性を示唆する。

（イ）地震・測地記録に基づく火山噴火発生の予測試行

2025年7月30日にカムチャッカ半島でMw8.8の巨大地震が発生した。その4日後に同半島にあるクラシェニンコフ火山が約500年振りに噴火した。そこで、USGSのMw8.8の地震の断層面解や前震・余震のモーメントテンソル解にもとづき、ひずみ場を計算したところ、カムチャッカ半島の広い範囲で膨張場となること、同火山も0.23 micro strainの膨張場となることが分かった。大地震により0.5micro strain以上の膨張場になると噴火の発生頻度が2－3倍になる（Nishimura SR,2021）。ことから、クラシェニンコフ火山も誘発された可能性がある。また、0.5micro strain以上の膨張場となったカムチャッカ半島には多くの火山がある。これらの火山では、過去約100年にVEI2以上の噴火は約0.8回/年で発生していることから、今後10年ほどは年2－3回程度の噴火（VEI≧2）が発生すると見積もった。

2025年12月8日の青森県東方沖地震（M w 7.5）により生じた静的応力場を計算した。閾値0.5 micro strainの膨張となっているのは恐山のみとなった。クラシェニンコフ火山を参考に閾値を0.2 micro strain とすると十和田、八甲田山、恵山のほか、1900年代に合計10回噴火している北海道駒ヶ岳も噴火の誘発の可能性がある。

(ウ)　MODISデータを用いた熱異常の検出

本年度も引き続き、Girona et al.(2021)で提案されたMODISデータの解析手法を、草津白根山を含む

領域で取得された画像データに適用した。昨年度問題となったノイズの影響を避けるために、計算領域内の様々な場所をリファレンスにとり、得られる熱異常時間変化について検討した結果、最終的に草津白根山から16 km北東の新潟県および長野県との県境付近をリファレンスとした。推定された熱異常の時間変化は、2000年以降に草津白根火山で観測された5つの火山活動活発化イベントとの関連を示唆した。また、2024年から火山活動の活発化が認められていたため、解析期間を2025年7月まで延ばしたが、熱異常は認められなかった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況

本年度の研究は，（ア）、（イ）、（ウ）の三つの異なるアプローチを通じて、多項目観測データを統合し、火山活動の物理過程を定量的に抽出するという建議の中心的課題に貢献している。

（ア）については、地磁気・SO☒　・噴煙高度という多項目観測データを地下エネルギー収支という単一の物理量に還元し、噴火の物理をエンタルピー収支として大幅に簡略化した点にある。これにより、地下エンタルピーおよび深部熱供給量を逐次推定する枠組みを構築した。その結果、噴火に関連する地下の熱的状態変化を定量的に把握できる可能性が示された。本手法は特定の地下構造に強く依存せず、他の火山にも適用可能な汎用的手法である。

（イ）については、巨大地震に伴う静的ひずみ場を計算し，既存研究で示された「膨張ひずみと噴火頻度の関係」を用いて，誘発噴火の可能性評価将来噴火頻度の統計的見積りを行った。これは，広域地殻変動と火山活動の力学的結合を定量化する試みであり，地震－火山相互作用の理解を深化させるものである。

（ウ）については、MODISデータを用いて熱異常を長期的に追跡し，過去の火山活動活発化イベントとの関連直近期間における熱異常の有無を客観的に評価した。これは，衛星観測による面的・継続的監視の有効性を検証したものであり，多角的観測統合の推進という建議の趣旨に沿うものである。

・「災害の軽減に貢献する」という目標に対する位置づけ

本年度の成果は，火山災害軽減に向けた基礎的かつ実践的な知見を提供する。

（ア）エネルギー収支モデルにより，地表現象が顕在化する前段階での熱供給増大の検出噴火ポテンシャルの定量評価についてその可能性が示された。これは，噴火準備過程の早期把握につながる基盤的技術となり得る。

（イ）大地震後のひずみ場を用いて，噴火誘発の可能性が高まる火山の抽出、中期的噴火頻度の見積りを行ったことは，地震後の火山監視体制の重点化に資する。これは防災上，監視リソース配分の合理化に直結する成果である。

（ウ）衛星熱異常解析は，地上観測が困難な火山の遠隔監視、広域的な異常検出を可能とする。草津白根山では直近期間に顕著な熱異常は認められず，過度な警戒を避ける判断材料ともなり得る情報である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Utsugi, M, 2025, Joint inversion of magnetic and gravity data using group lasso regularization, E.P.S., Vol. 77., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

西村 太志 2025年7月30日カムチャッカ半島地震（Mw8.8）による火山噴火の誘発の可能性 日本地震学会2025年度秋季大会、福岡, 2025

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

（ア）次年度は、推定された供給熱量（Qin）および累積エンタルピー（H）と、LPT（長周期地震）

やA型地震の発生頻度などの経験的指標との相関関係について、時間遅れや因果関係を含めた詳細な解析を行う。あわせて、状態空間モデルの高度化を図り、過去の噴火イベントとの対応を精査し、予測精度の定量的検証を進める。更に、地磁気変化とHとの関係をより精密化するため、阿蘇における既存の空中磁気データを用い、著者が開発したインバージョン手法による磁化構造解析を実施する。これにより、熱消磁効果の物理的妥当性を検証し、観測方程式の高度化を図る
（イ）次年度も、引き続き国内で記録されている国土地理院等によるGNSSデータの系統的解析を実施し、山体変形を定量的に評価する。また世界各地で発生する大地震により生じる活火山の歪み場の評価を継続実施する。
（ウ）来年度は、草津白根山で得られた結果の論文化を進めるとともに、口永良部島や弥陀ヶ原など2000年以降に噴火や火山活動の活発化が観測された熱水系卓越型火山で取得された衛星熱画像データの解析を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

宇津木充（京都大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
西村太志（東北大学理学研究科）, 廣瀬郁（東北大学理学研究科）, 神田径（東京科学大学総合研究院）, 金子隆之（東京大学地震研究所）, 橋本武志（北海道大学理学研究科）, 青山裕（北海道大学理学研究科）, 山本希（東北大学理学研究科）, 前野深（東京大学地震研究所）, 行武洋平（東京大学地震研究所）, 寺田暁彦（東京科学大学総合研究院）, 前田裕太（名古屋大学環境学研究科）, 中道治久（京都大学防災研究所）, 相沢広記（九州大学理学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設
電話：0977220713
e-mail：utsugi.mitsuru.5c@kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.vgs.kyoto-u.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：宇津木充
所属：京都大学

令和７年度年次報告

課題番号：KUS_03

（1）実施機関名：

京都大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）水蒸気噴火発生場の理解を目指した阿蘇火山の浅部熱水系モニタリング
（英文）Multiparametric monitoring focusing on the hydrothermal system beneath the active crater of Aso volcano for enhancing our knowledge of phreatic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

活動的火山で生じる小規模水蒸気噴火は発生頻度が高く、発生時期や発生場所によっては、おおきな人的被害を引き起こしうる。このような危険性の高い小規模噴火活動を理解するには、活動火口浅部の地下熱水系をターゲットにした高精度な多項目モニタリングが必須である。そして、モニタリング記録から、活動活発化を示唆する微弱なシグナルをいかにはやく、正確に抽出するかが、水蒸気噴火のような発生までのリードタイムの短い噴火現象を対象にする場合に、とくに重要である。そのためには、噴火発生場（背景場）について、より解像度の高い描像を事前に得ておくことが望ましい。
そこで本研究課題では、電磁気観測や重力観測、地震・空振観測に加えて、熱観測や火山ガス観測、水質測定などの多項目観測を、小規模水蒸気噴火が繰り返される阿蘇山で実施することにより、活動火口の地下浅部熱水系の詳細を明らかにし（より高解像度化し）、これが同火山における水蒸気噴火発生場としてどのように振る舞っているのか、その位置付けを明確にすることを目標とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

阿蘇山中岳第一火口の地下浅部熱水系にかかわる諸現象をターゲットにした多項目観測を実施し、研究目的の達成を図る。5(6)のほかの関連課題とも連携しながら研究を進める。令和6年度においては、地震・空振、熱、火山ガス、電磁気、相対重力などの多項目観測およびデータ解析作業を実施する。火口周辺にMulti-GAS、ACTIVE送信機をそれぞれ設置する。令和7年度においては、上記の多項目観測およびデータ解析作業の実施を継続する。令和8年度においては、多項目観測およびデータ解析作業を継続実施するほか、UAVによる電磁探査・磁気探査も行う。令和9-10年度においては、多項目観測およびデータ解析作業を継続するとともに、地下熱水系の構造および状態変化についての定量モデリングに取り組む。最終的には地表に現れる湯だまりと地下熱水系を合わせた総合システムの提案を目指す。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

阿蘇山中岳第一火口の地下浅部熱水系にかかわる諸現象をターゲットにした多項目観測およびデータ解析を継続実施した。

昨年度に引き続き、火口近傍観測網の再整備（既存空振観測点への地震計増設）を行った。2025年7月の微動増幅イベントの地震・空振相互相関解析によって、噴湯によって励起された微細な空振の検出に成功した。昨年度に設置した火口湖水位観測装置でとらえた噴湯サイズの拡大タイミングと地震・空振の振幅増大とが同期していたことは、湖底からの火山性流体の供給増加が微動振幅増大の要因であったことを示唆する。また、過去の地震・空振データの見直しと解析作業も継続実施した。火口周辺8地震観測点のDSAR解析結果によると、微動振幅増大イベントのあった2021年5月から6月にかけて、火山性流体のフラックス増減によって火口底地盤浅所の構造不安定が引き起こされ、2021年6月の火口底陥没イベント発生へとつながった可能性が提示された。

火口上空からドローンによる画像撮影を2025年7月に実施し、火口地形データを作成することでキャリブレーション用の水位標高データを得た。また、火口湖水位観測装置で取得するデータの半自動解析体制の整備を進めた。

昨年度に中岳第一火口西縁に設置したMulti-GAS観測装置の保守作業等（電源や通信トラブル対応など）を行いつつ、連続観測データの取得を継続した。2025年度上半期のMulti-GASデータの解析を校正結果によるセンサー感度補正を含めて行い、噴煙組成の推移を確認した。

昨年度に開発したMultiGAS装置の較正手法の改良を行なった。ボンベからの標準ガス導入に自動制御機能を加えたことで、較正作業自動化に目処がたった。また、昨年度開発したMultiGASデータ解析手法を用いて、2024年12月の観測データを分析した。阿蘇山の火山ガス噴煙には、第一火口南壁の噴気と湯だまりからの噴気が混合しているほか、火口斜面の小噴気に由来するガスも加わっていることが知られている。CO_2-SO_2-H_2Sの3成分プロットによって、このような複雑な噴出形態を明確化させることができたほか、火口南壁に存在する多数の噴気孔群間で火山ガス組成にほとんどばらつきがないことも明らかになった。

2024年12月にSelPSを用いて採取した中岳第一火口の噴煙試料の分析と解析を実施した。その結果、2017年の噴火以降徐々に低下する傾向を見せていたマグマ水混合比が上昇に転じたことがわかった。また2023年10月の観測時に観測史上最も低い100度前後を示したAETDや$AET^{18}O$等の平衡温度も、前者が430-780度、後者が240度前後と2021年以前のレベルに戻ったことが明らかになった。

2025年7月には、火口周辺において既存の固定観測点6点を含む計15地点でACTIVEキャンペーン観測を実施し、地下2 kmまでの3次元比抵抗構造を推定した。その結果、火口直下の地下300–400 m付近の深部熱水だまり (Kanda et al., 2008; 2019) と同じ位置に低比抵抗域が再出現しており、また、同領域から火口直下へ伸長する顕著な低抵抗化が確認された。2014-2015年や2022年の比抵抗構造 (Minami et al., 2018; 石橋, 2022) と比較して考えれば、現在の火口地下熱水系は、2014年以降の一連の噴火活動を経て、静穏期の状態へ回帰する過程にあることが示唆される。

本堂坑道の前室（地下1階部分）で2台の相対重力計による重力連続観測を継続した。2025年の1年間にCG3M相対重力計で測定された重力連続データに対してBaytap08による潮汐解析を実施し、観測データから潮汐変動・気圧変動・器械傾斜に伴う重力変化を分離した。今後、ここで得た潮汐パラメーターを用いることで、潮汐補正した相対重力データから火山活動にともなう微小な重力変動が抽出可能になった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究課題は、多項目の地球物理学・地球化学観測データにもとづいて、小規模な水蒸気噴火が繰り返される阿蘇山の活動火口浅部における地下熱水系の構造や状態変化に関する状況把握・モニタリングを目指すものである。すなわち、その達成は、水蒸気噴火の発生リスクやその切迫度の評価に資する基礎的かつ重要な情報提供につながり、たとえば、火口周辺への観光客等の立ち入り規制に関する判断材料に活用されると考えられるため、火山災害の軽減（未然防止）に貢献すると考えられる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Nakamura, H., Yokoo, A., Iwamori, H., Nishizawa, T., Takahashi, M., and Morikawa, N. (2025) Changes in crater lake chemistry after the 2021 eruption at Aso volcano, Japan: Insights from UAV-based hot water sampling, Journal of Asian Earth Sciences: X, 14, 100211, 10.1016/j.jaesx.2025.100211, 査読有, 謝辞無

富田雄飛, 2026, 3次元インバージョン解析による地下比抵抗構造モデル推定に基づいた阿蘇火山中岳における浅部構造の時間変化推定, 令和7年度京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻修士論文, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

石井杏佳・横尾亮彦・大倉敬宏・吉川慎・井上寛之, 2025, Fluid supply into the crater lake at Aso volcano detected by seismo-acoustic observations, 研究集会「マグマ熱水系現象の多様性と発生機構」

石井杏佳・横尾亮彦・大倉敬宏・吉川慎・井上寛之, 2025, 火山性微動増幅をともなう火口湖での噴湯現象の検出, 日本火山学会2025年度秋季大会, P109

小田雄大, 風間卓仁, 本多亮, 三浦哲, 2025, 2022年トンガ火山噴火の大気波伝播に伴う大気荷重変動と重力変化. 日本地球惑星科学連合2025年大会, SGD03-P17

角皆 潤, 2025, Sampling volcanic plume using a drone-borne SelPS for remotely determined stable isotopic compositions of fumarolic carbon dioxide. 火山研究人材育成論文紹介ランチタイムセミナー

Tsunogai, U., Y. Miyagi, R. Shingubara, M. Ito, F. Nakagawa, and A. Yokoo (2025) Development of a drone-borne volcanic plume sampler SelPS for remotely determined stable isotopic compositions of fumarolic CO2, H2, and H2O.IAVCEI-CCVG The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, No.49

横尾亮彦, 2025, 2021年6月18日の阿蘇山中岳第一火口底の陥没現象. 日本火山学会2025年度秋季大会, B1-04

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：火山：地殻変動：重力測定
概要：相対重力連続観測
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：熊本県阿蘇郡南阿蘇村 32.878472 131.076760
調査・観測期間：2025/4/1-2026/3/31
公開状況：公開留保中（協議のうえ共同研究として提供可）

（10）令和８年度実施計画の概要：

阿蘇山中岳第一火口の地下浅部熱水系にかかわる諸現象をターゲットにした多項目観測およびデータ解析を継続するほか、UAVによる電磁探査・磁気探査も行う。
空振観測網の再整備を進めるほか、引き続き、過去のunrestイベントの解析作業を行う。地震・空振相関解析の自動化を実装し、準リアルタイムでのイベント検出方法を試行する。2021年の火口底陥没現象、水蒸気爆発のデータ解析作業を進め、地下熱水系との関係を明らかにする。ドローンによる熱観測を継続実施するとともに、湯だまり水温連続観測システムの設置も行う。これらのデータを統合解析する放熱率推定に関連する自動計算環境を整備する。
電源や通信トラブルの対策を施し、Multi-GASによる噴煙組成連続観測を継続実施する。連続観測の保守作業に合わせて、現地での繰り返し観測も並行して実施する。開発したMulti-GAS校正自動化のプロトタイプを高度化ならびに実用化させ、連続観測用Multi-GAS装置の較正作業の省力化させる。3成分プロットによる火山ガス端成分解析（湯だまり/南壁噴気の活動度変化の検出/評価）が火山活動

評価に援用可能かどうか、連続測定データを用いて検討する。ドローンに搭載したSelPSを用いて噴煙観測を実施し、
中岳第一火口周辺でのACTIVE観測を継続実施するとともに、ドローンを用いた火口上空での空中電磁探査を実施する。昨年度の多点観測で得られた高精細な3次元比抵抗モデルを初期モデルに採用した再解析をこれまでの蓄積データに対して行い、地下比抵抗モデルの信頼性と経年変化の検出精度を向上させる。また、地下浅部から深部までの比抵抗構造解像度を高めるため、火口直上の空中データの統合解析も行う。
本堂観測坑道の前室（地下1階部分）における重力連続観測を継続するほか、横坑（地表からの深さ約30 m）にも新たに相対重力計を設置し、標高の異なる2地点における重力並行観測を開始する。また、収録された重力データを随時自動解析し、器械ドリフトや潮汐変動の寄与を補正する。その上で、各種補正後の重力データを逐次計算し、火山活動に関連する重力変化の検出有無を検討する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

横尾亮彦（京都大学理学研究科）, 大倉敬宏（京都大学理学研究科）, 宇津木充（京都大学理学研究科）, 風間卓仁（京都大学理学研究科）, 石井杏佳（京都大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
森俊哉（東京大学理学系研究科）, 森田雅明（東京大学地震研究所）, 角皆潤（名古屋大学環境学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター
電話：0967-67-0022
e-mail：yokoo.akihiko.5a@kyoto-u.ac.jp
URL：https://www.aso.vgs.kyoto-u.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：横尾亮彦
所属：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：KUS_04

（1）実施機関名：

京都大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）阿蘇山における登山客への効果的な火山情報の伝達手法の構築
（英文）Development of effective methods of communicating volcanic information with mountain climbers in the Aso volcano

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

阿蘇山ではおおむね25年に一度の頻度で，火口周辺で死者を含む大きな被害がもたらされる水蒸気噴火が発生してきた。戦後では1953年，1958年、1979年の爆発的噴火が、観光客などが死亡する災害につながった。2007年以降は気象庁による噴火警戒レベル設定が適切に運用されており、噴火による人的被害は生じていないものの、水蒸気噴火は突発的に発生することが多く、（火口から4km以遠に居住し噴火の影響をあまりうけない）一般住民とは異なる、不特定多数の登山者・観光客への火山の状況や火山噴火についての情報伝達が重要である。
2021年10月の噴火では、登山者に噴火速報が届かなかったことや火口の2km以内に10名を超える登山者が取り残されるなど、登山者への火山情報の発信に課題があることが浮き彫りとなった。
そこで、まずは地元のステークホルダーに火山の状況を随時把握してもらうために、VUI（火山活発化指数）を活用する。そして、阿蘇山を訪れる登山者を対象にした火山防災に関する意識や登山道上の看板などの有効性に関する質問紙調査などを実施し、その結果を分析することで、登山者への効果的な情報発信の方法をステークホルダーとともに検討し改善し、その有効性を聞き取り調査などで検証する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

R6:VUIを日々算出し、その時間変化をグラフ化して、Web経由で参照できるシステムを構築する。また、R7年度に登山者の火山防災に関する認知度を調査すべく、質問項目を検討し、阿蘇火山防災会議協議会、阿蘇くじゅう国立公園管理事務所（登山道の整備）、熊本県阿蘇地域振興局(登山道情報の発信)、熊本県危機管理防災課の職員を対象に聞き取り調査を実施する。
R7:VUI表示システムを上述の関係機関に設置する。また、登山者の火山防災に関する認知度をオンラインと実施調査併用で実施する。この結果を関係機関と共有し、ジオガイドや山岳ガイド向けに、火山防災、登山者の特徴を含んだ講習会を実施する。
R8：必要に応じて、講習会を実施する。また、VUI表示サーバーソフトのメンテナンスをおこなう。また、山岳ガイドの拠点の一つである、自然公園財団阿蘇支部にもVUI表示システムを設置する。
R9:登山者に対するオンライン調査と現地調査を阿蘇および九重で実施する（九重の結果は阿蘇との比較対照のために活用する）。必要に応じて、講習会を実施する。
R10：VUI表示サーバーソフトのメンテナンスを行う。可能であるならば、Webのコンテンツとし

てVUIを公開する。必要に応じて、講習会を実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

VUI計算においてカテゴリごとの平均値を四捨五入せずに使用することで、火山活動の活発化、静穏化を可視化できることを確認した。

2025年7月に噴火警戒レベルが2に引き上げられた際、通行止めの登山道を監視する目的でカメラを設置した。そして、監視員不在の時間帯に通行する登山客の存在を確認し、その情報を関係各所と共有した。

阿蘇火山防災会議協議会、阿蘇くじゅう国立公園管理事務所、熊本県阿蘇地域振興局、自然公園財団阿蘇支部などの職員を対象とした講習会を実施し、阿蘇山の火山防災についての課題を共有した。

阿蘇山への登山者に対して、火山に関する意識調査をオンラインアンケートを用いて実施している。また、熊本地震の震災ミュージアム（KIOKU)の有料入場者に対して、阿蘇山に関する意識調査を実施している。いずれも集計数がまだ少ない段階ではあるが、以下のような結果がえられつつある。阿蘇山が活火山であることをはっきりわかっていた人の割合は登山者では95%以上、KIOKU入場者では約90%であった。これは阿蘇中岳の火口見学者を対象としたアンケート調査（Sasaki et al. 2022)で得られた値（約70%)より大きかった。また、登山者における噴火警戒レベルの認知度、登山前にレベルを確認している人の割合も火口見学者より高かった。一方、阿蘇山の噴火を警戒する意識については3グループ間の結果に大きな差異は見られなかった。

前述のように、登山者の活火山に対する認識は高いものの、約60%が登山届を提出しておらず、ヘルメット携行率はほぼゼロであった。登山者の活火山登山における意識向上には、まだ課題が多く残されていることを示唆している。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

関連の深い建議の項目は「高リスク小規模火山噴火」である。阿蘇山ではおおむね25年に一度の頻度で，火口周辺で死者を含む大きな被害がもたらされる水蒸気噴火（高リスク小規模噴火）が発生してきた。戦後では1953年，1958年、1979年の爆発的噴火が、観光客などが死亡する災害につながった。したがって阿蘇山では、一般住民以外に、観光客や登山客への火山の状況や火山噴火についての情報伝達が重要であり、本研究はその伝達手法の構築を通じて、災害の軽減に貢献し、「高リスク小規模火山噴火」の目標達成に貢献するものである。伝達手法の構築のためには、情報の受け手の属性を理解する必要があるとの考えに立脚し、登山者などの意識調査を実施していく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

大倉敬宏・宇津木充・森俊哉，2025, VUI(火山活発化指数)による阿蘇中岳の活動評価，日本火山学会秋季大会.P61

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和7年度に阿蘇山の登山口のうち東側の登山口で建物撤去工事が実施されたため、看板のある登山口が閉鎖されてしまった。そのために、予定していた看板の有効性を検証するアンケート調査を断念した。令和8年度にはそのアンケート調査を実施する。

また、VUI計算システムを維持し、山岳ガイドの拠点の一つである、自然公園財団阿蘇支部にVUI表示システムを設置する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

大倉敬宏（京都大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター
電話：0967-67-0022
e-mail：web_admin@aso.vgs.kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.aso.vgs.kyoto-u.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大倉敬宏
所属：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：KYU_01

（1）実施機関名：

九州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）断層帯の不均質の実態と現状の把握と地震発生機構の解明
（英文）Understanding the heterogeneity and current condition of the fault zone and elucidating the mechanism of earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（5）本課題の５か年の到達目標：

稠密地震観測とGNSSデータから、歪・応力に関する時空間分布を推定し、その成因を電磁気探査やDAS観測による不均質構造（とくに短波長構造）と結びつけ、複数の地震計アレイ観測から得られた地震発生ポテンシャルのモニタリングを行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

＜令和6年度＞
主に天草から熊本県南部において100~150点の地震観測点を設置する。これにより、震源分布から詳細な断層帯形状、推定誤差を2,3度以内に抑えた発震機構解から歪・応力状態を推定する観測体制を構築する。また、次年度以降の電磁気観測に向けた観測場所選定の下見を行う。また、対象地域における歪速度場の時空間分布を推定するために、第２次計画で実施した臨時GNSS観測で得られたデータの解析を開始する。
＜令和7年度＞
電磁気探査を行うことで、断層破砕帯の広がりと実体を明らかにし、また主なすべり域となる破砕帯と、破壊の開始点となり得る深部低比抵抗体との位置関係を明らかにするためのデータを得る。また、断層帯近傍の詳細な不均質構造を明らかにするため、光ファイバーケーブルを用いたDAS観測を行う。令和6年度に設置した稠密地震観測は継続して行う。
＜令和8年度＞
令和6年度に開始した稠密地震観測は継続して行う。この時点で得られている地震・電磁気・GNSSデータの解析結果を統合し、地下の流体の移動経路、それに伴う、歪や応力、断層強度の状態を含めた、断層帯における一連の活動モデルを作成を開始する。
＜令和9年度＞
この時点までの結果を元に、電磁気観測を行う。また統合モデルから導かれた重要度の高い場所を対象として、複数の地震計アレイを設置し、その場所のモニタリングを開始する。令和6年度に開始した稠密地震観測は継続する。
＜令和10年度＞
稠密地震観測の撤収を行う。モニタリングを継続するとともに、統合モデルの発展を行い、課題の成

果としてまとめる。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1. 日奈久断層周辺における稠密地震観測

第２次計画（KYU_01）において、日奈久断層南部周辺に約100箇所の観測点からなる稠密地震観測網（0.01万点観測網）を構築した。観測点間隔は2-3 kmである。初年度は当初の配置を維持したが、今年度はコスト削減と効率化のために観測点数を約70点に減らした。観測網全体のカバー範囲を維持しつつ、ネットワーク状況の悪い観測点を中心に撤収した（図1）。残した観測点に関して保守を行い、日奈久断層南部周辺で引き続き密な地震観測を実施中である。この観測網を利用した震源決定やメカニズム解推定が当課題における基礎データとして重要となる。

2. 大地震発生の切迫度の評価

2016年熊本地震震源域を対象に、長期間の地震カタログと高精度な発震機構解を用いて、小地震活動から大地震発生の切迫度を評価した（Matsumoto, 2025）。震源データには、気象庁震源カタログ（2000年1月1日～2023年3月19日）を用い、b値の推定を行った。一方、地震モーメントテンソル解析には、九州大学によって決定された発震機構解カタログ（2000年～2020年10月）を使用した。地震モーメントテンソルは、マグニチュードと発震機構解から求めた。空間を分割した小領域ごとに、地震の規模別頻度分布からb値を推定するとともに、各地震の地震モーメントテンソルを積算し、その大きさをスカラー地震モーメント総和で規格化した地震モーメント効率（Mstk/M0）を算出した。この指標は、応力場に対して最適な方向の断層すべりがどれだけ効率的に起きているか、すなわち媒質がクーロン破壊条件にどれだけ近いかを表す量である（図2）。解析の結果、本震発生前には、震源直近の深部において低b値かつ高いMstk/M0を示す領域が認められ、本震の開始点が高応力・高臨界状態にあったことが明瞭に捉えられた。一方、本震後には断層周辺でMstk/M0が低下し、流体侵入や応力場の不均質化に伴う断層強度の低下が示唆された（図3）。これらの結果は、b値のみでは捉えきれない大地震発生直前の臨界状態を、地震モーメント効率という新たな指標を組み合わせることで把握できることを示しており、応力状態と断層すべりの効率を同時に考慮することが、将来の大地震発生ポテンシャル評価に重要であることを示した。

3. 九州における地殻ダイナミクスのモデル化

九州地方では、下部地殻の非弾性変形や上部地殻のせん断運動により、地震発生層における応力集中・緩和過程が時空間的に複雑に変化していると考えられる。本研究では、2016年熊本地震前後を含む期間を対象として、地震観測およびGNSS測地観測データを用いた地殻ダイナミクスのモデル化を行い、九州における応力集中・緩和メカニズムの調査した。上部地殻の応力場については、1995年から2023年8月までに発生した、気象庁、防災科学技術研究所、大学の定常・臨時観測点データを用いて決定されたM1.5～4.0の発震機構解を使用し、地震モーメントテンソルの積算から偏差応力場を推定した。一方、GNSSデータについては、GEONETおよびソフトバンク独自基準点の観測データを用い、2006–2008年および2021–2023年の変形速度場を推定した。下部地殻の非弾性変形、プレート間固着、火山活動、地殻の剛体運動により変形場モデルを構築し、下部地殻における非弾性歪み速度から上部地殻における応力変化速度を推定した。偏差応力場と応力変化速度を比較した結果、熊本地方や鹿児島県北西部では小さな方位角差、九州中部では大きな方位角差が確認された。方位角差が小さい領域は地震活動が活発な領域と整合的であり、下部地殻の非弾性変形により上部地殻で応力集中が生じていると解釈できる。一方、方位角差が大きな領域は上部地殻でせん断帯による応力緩和の影響が考えられる。また、熊本地震前後で主軸方位差の空間分布が変化しており、余効変動が応力集中・緩和過程に付加的に影響していることが明らかとなった。

4. 九州における応力不均質の検出

内陸地震発生層における応力場は、下部地殻の変形や地殻構造の影響を受け、空間的に不均質に形成されていると考えられる。そこで、九州において、地震データから推定される上部地殻の応力場と、GNSSデータから推定された下部地殻の非弾性変形による応力変化との関係を検討した。1995年から2016年の熊本地震発生前までに九州内陸で発生した地震について、気象庁、防災科学技術研究所、

大学の定常・臨時観測点データを用いて得られたM4未満の発震機構解を解析し、深さごとの規格化応力テンソルを推定した。これを、Yuasa and Matsumoto（2023）によりGNSSデータから推定された下部地殻（15 km以深）の非弾性変形による応力変化と比較した。その結果、九州全体では下部地殻からの応力は横ずれ成分が卓越する一方、別府島原地溝帯では広範囲にわたって浅部に向かうにつれて正断層型地震が増加する傾向が確認された。特に天草北部では、下部地殻からの応力変化率は小さいものの地震活動は活発であり、別府島原地溝帯の影響を強く受けていると示唆される。また、日奈久断層周辺はおおむね下部地殻からの応力と整合的ではあるものの、その延長における八代海南部では、下部地殻からの応力だけでは説明できない応力場の不均質が検出され、局所的な地殻構造の影響が示唆される。

5. 日奈久断層をまたぐDAS観測の実施
光ファイバーケーブルを用いたDAS（分散型音響計測）を行うことで、超高密度地震観測を実施することができる。国土交通省熊本河川国道事務所の協力のもと、熊本県の緑川沿いに敷設された光ファイバーケーブルを利用してDAS観測を実施している（図1）。測線は日奈久断層を横切っており、来年度以降このデータを使用して、日奈久断層付近の局所的な短波長不均質構造を推定する予定である。

本研究で使用したソフトバンクの独自基準点の後処理解析用データは、「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」の枠組みを通じて、ソフトバンク株式会社および ALES株式会社より提供を受けたものを使用しました。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
昨年度は、実際の地震活動から、b値とモール円上における応力状態の関係から、b値が小さい場合には大きな地震の発生が逼迫していることを示した。しかし、b値は流体圧にも影響されるため、b値のみでは切迫度評価が不十分であった。今年度は、地震モーメント比を新たな指標として導入し、媒質が大地震発生の臨界状態（小断層面が応力に効率的な方向に揃っている）ことを考慮し、b値と合わせて解釈することで、大地震発生の切迫度を評価できることを示した。破壊開始点をこれにより制約できる可能性がある。内陸地震で大きく滑る領域は、低比抵抗帯によりサイズがコントロールされている状況証拠がいくつか報告されており、それらと合わせて解釈することにより、より確度の高い地震発生機構を理解を目指す。さらに、そもそも上部地殻における応力場の形成に下部地殻の非弾性変形に加え、せん断帯やローカルな構造が影響していることも明らかになりつつある。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Matsumoto, S., 2025, LARGE earthquake proximity indicated by seismic moment efficiency and frequency-number distribution of small earthquakes, Scientific Reports, 15, 17389, https://doi.org/10.1038/s41598-025-01595-x, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

永山 勇志, 松本 聡, 湯浅 雄平, 松島 健, 江本 賢太郎, 2025, 稠密GNSS観測データの解析による２０１６年熊本地震の余効変動を考慮した九州地殻変形場のモデル化の試み, JpGU2025

砂川 尋海, 永山 勇志, 江本 賢太郎, 松本 聡, 2025, 発震機構解データを用いた九州北部における応力場とその不均質性について, JpGU2025

三島 瀬里香, 松本 聡, 江本 賢太郎, 湯浅 雄平, 永山 勇志, 2025, 九州内陸の地震発生層の底における応力不均質 ー下部地殻の非弾性変形との関係についてー, JpGU2025

松本 聡, 2025, “地震モーメント比”とb値による地殻応力状態評価の試み（３）, JpGU2025

砂川 尋海, 永山 勇志, 江本 賢太郎, 松本 聡, 2025, 警固断層周辺の応力場のモデル化の試み, 日本地震

学会秋季大会

松本 聡, 平田 一聖, 永山 勇志, 江本 賢太郎, 松島 健, 市原 美恵, 行竹 洋平, 八木原, 2025, “地震モーメント比”から見た霧島火山における地震活動, 日本地震学会秋季大会

永山 勇志, 松本 聡, 湯淺 雄平, 松島 健, 江本 賢太郎, 2025, 九州地殻における2016年熊本地震後の非弾性歪み速度の時間変化とその特徴, 日本地震学会秋季大会

三島 瀬里香, 松本 聡, 江本 賢太郎, 湯淺 雄平, 永山 勇志, 2025, 発震機構データを用いた九州内陸の地震発生層における応力鉛直変化検出の試み, 日本地震学会秋季大会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

日奈久断層周辺における稠密地震観測（0.01満点観測）を引き続き計測し、精度の高い震源決定、メカニズム解推定を行い、応力場推定、モーメント比計算に活用する。また、光ファイバーケーブルを用いたDAS観測で得られたデータを解析し、日奈久断層周辺の短波長不均質構造を明らかにする。また、これまでの知見に、MT探査による比抵抗構造も考慮し、歪や応力、断層強度の状態を含めた、断層帯における一連の活動モデルを構築していく。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

江本賢太郎（九州大学）, 松本聡（九州大学）, 松島健（九州大学）, 相澤広記（九州大学）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：九州大学
電話：
e-mail：emoto.kentaro.430@m.kyushu-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：江本賢太郎
所属：九州大学

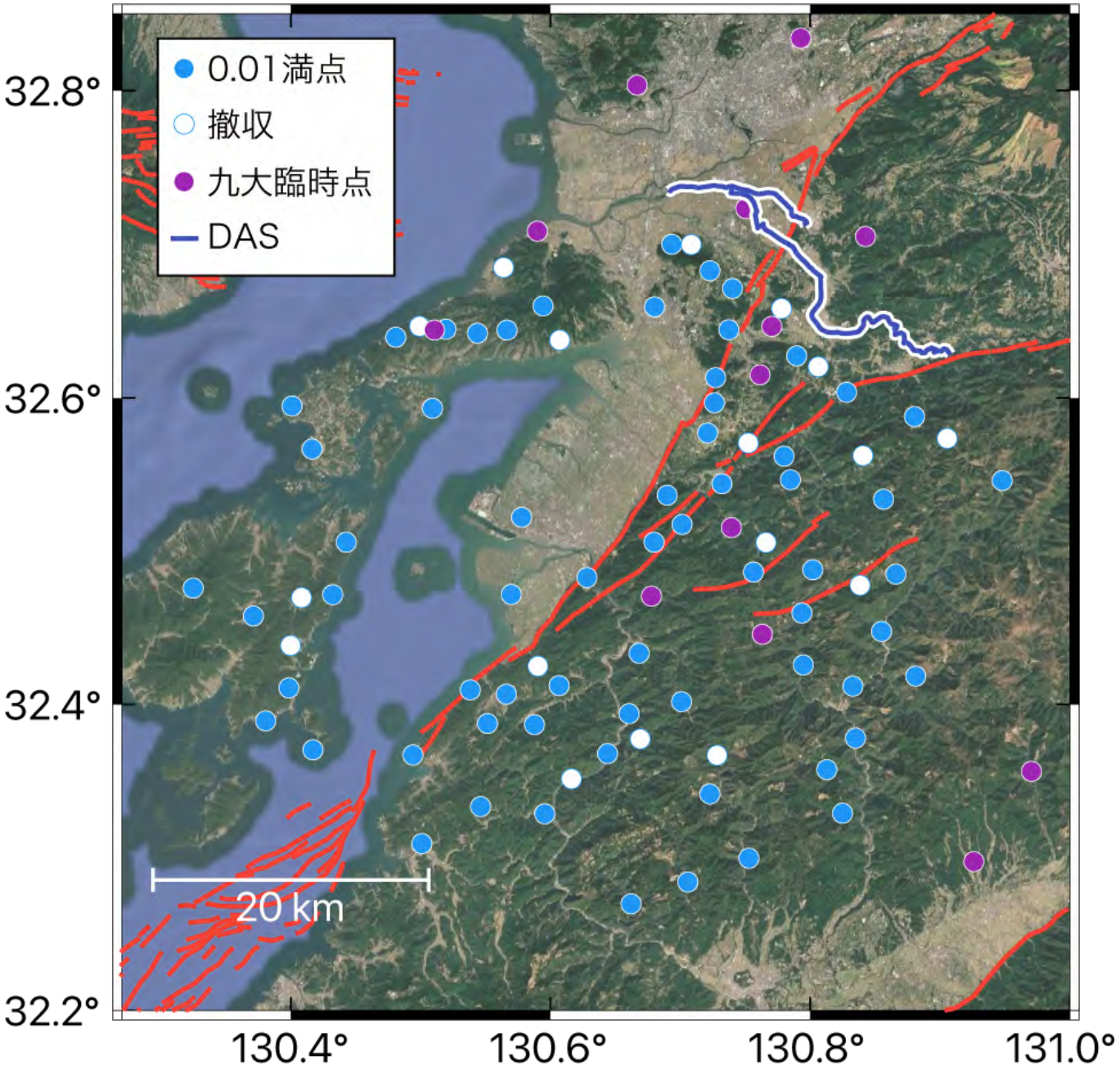


図1
九州大学が熊本周辺に展開している地震観測点とDASで用いた光ファイバーケーブルの位置。

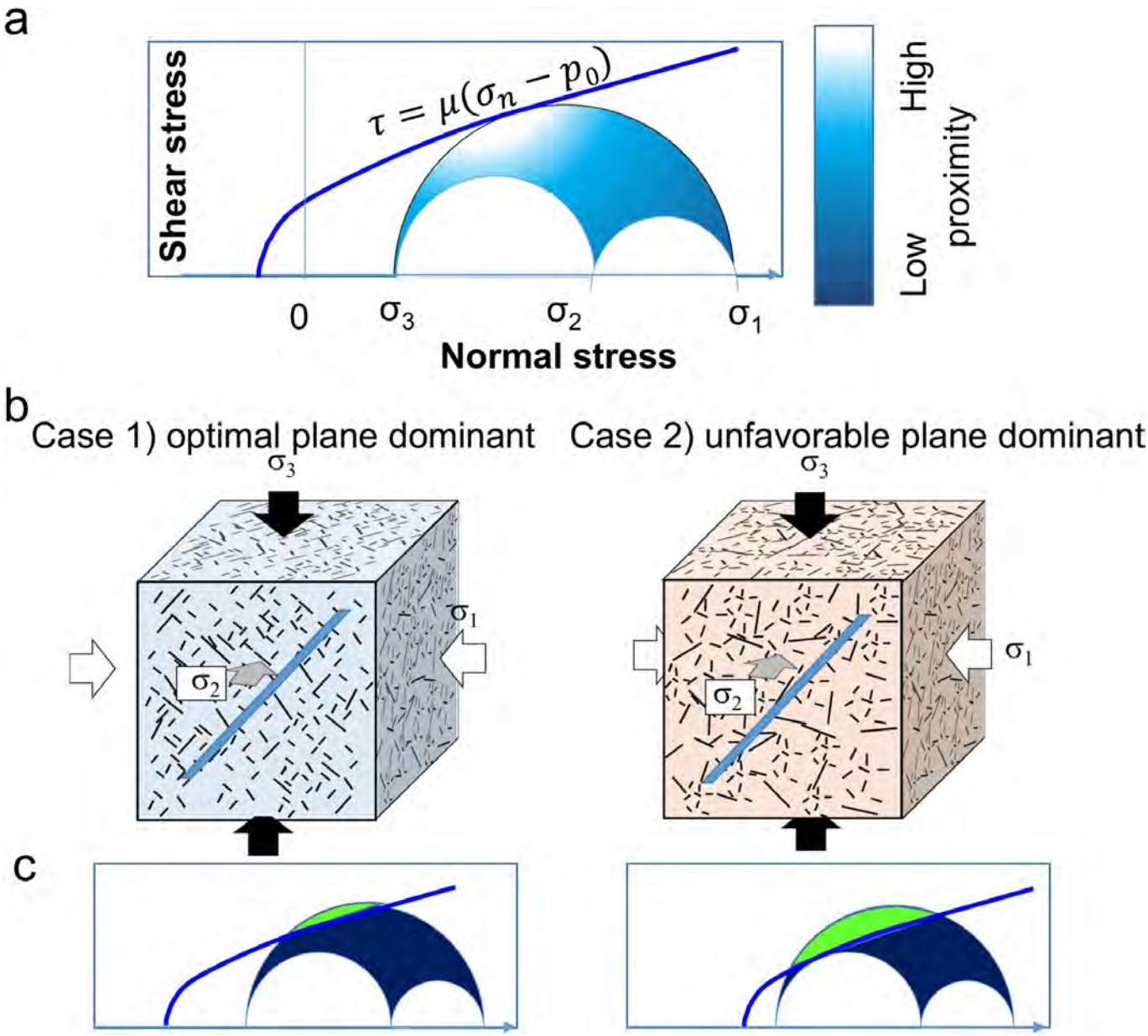


図2
a) モール円、クーロンの破壊基準と切迫度の概念図。
b) 応力場と断層面との関係、c) モール円と破壊基準との関係の概念図。Case1は多くの断層面が応力から期待される最適な方向に向いている状況（切迫度が高い）。一方、Case2は、例えば流体圧が高く、非効率な破壊が生じており、大きな地震が発生しにくい状況（切迫度が低い）。（Matsumoto, 2025）

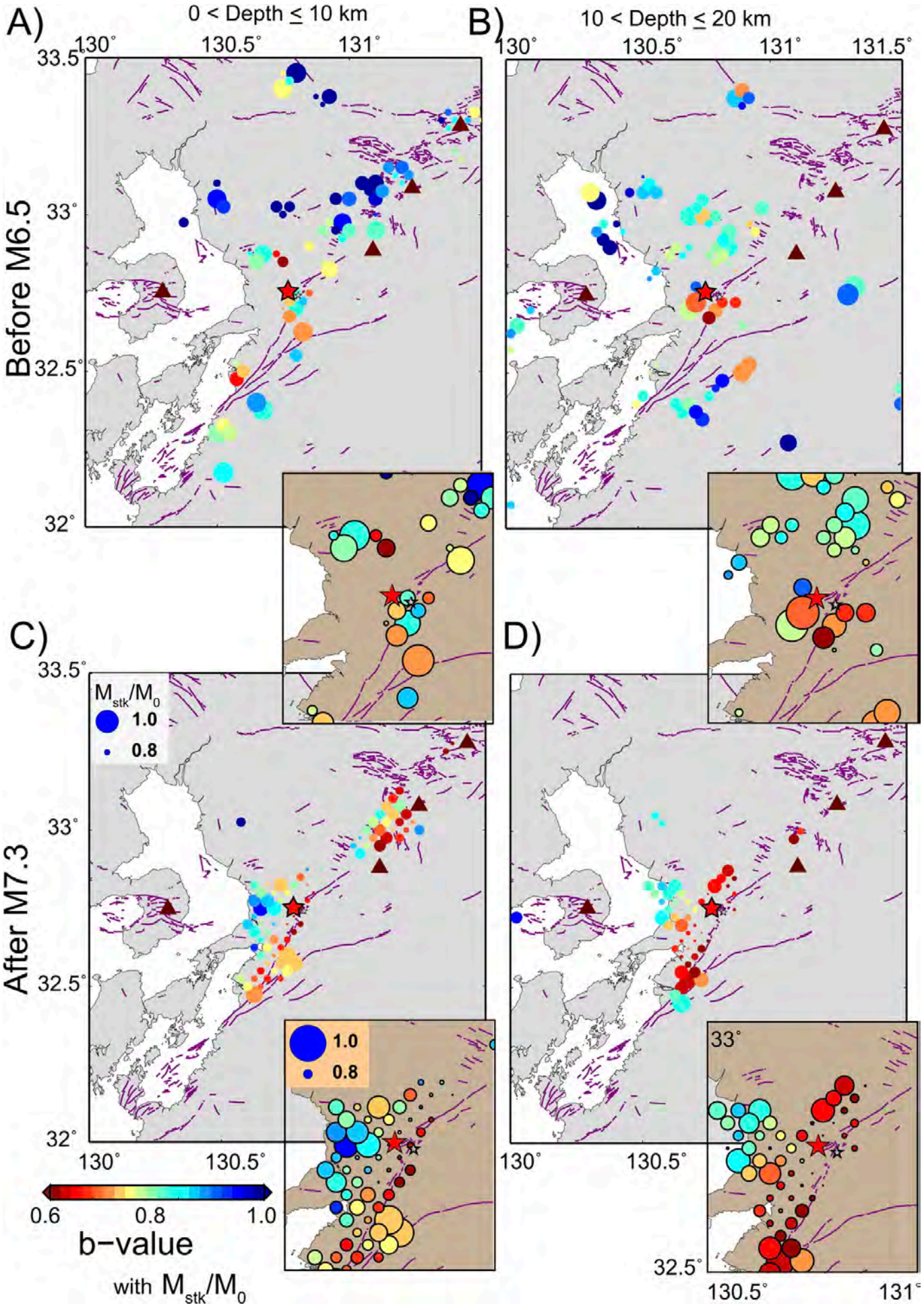

A)
0 < Depth ≤ 10 km
B)
10 < Depth ≤ 20 km
C)
D)
Before M6.5
After M7.3
130°
130.5°
131°
131.5°
33.5°
33°
32.5°
32°
M_{stk}/M_0
1.0
0.8
0.6
0.8
1.0
b−value
with M_{stk}/M_0

図3
切迫度とb値の空間分布。A), C)はそれぞれ、深さ0～10kmにおけるM6.5の前震前と、M7.3の本震後での分布。B), D)は、深さ10～20kmにおけるM6.5の前震前と、M7.3の本震後での分布。色がb値、丸の大きさが地震モーメント効率（Mstk/M0）を示す。（Matsumoto, 2025）

令和７年度年次報告

課題番号：KYU_02

（1）実施機関名：

九州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）内陸地震域の比抵抗構造再調査と地震発生ポテンシャル評価の有効性検証
（英文）Resistivity structure around the zones of large inland earthquakes — revisited

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

過去25年に日本で発生したM6.5以上の内陸地震のうち、半数以上は対応する活断層が地表に見えない地域で発生した。活断層調査のみでは内陸地震の空間ポテンシャル評価に限界があることは明らかである。本課題では比抵抗構造が内陸地震の規模も含めた空間ポテンシャル評価に真に使えるかどうか結論を得ることを目的とする。以下の作業仮説を２つ設定する。１．大きな地震の破壊は選択的に低比抵抗体の端部付近から開始する。２．大きな地震の破壊は別の低比抵抗体の端部で終わる。作業仮説の検証には、地震すべり分布の推定に加え震源断層の端部まで含めた広域の比抵抗構造推定が必要であるが、そのような探査が行われている例は少ない。また、規模の大きい地震の破壊が選択的に低比抵抗体の近傍から開始しているかどうか調べるためには、精度の高い震源分布に加え、空間分解能が高い比抵抗構造推定が不可欠であるが、両者がそろった研究例は少ない。日本ではHi-net, K-net, KiK-net整備以降、規模の大きな内陸地震が発生すると、すべり分布と、精度の高い余震分布が推定されるため、過去25年間の規模の大きな内陸地震は貴重な研究対象である。本課題ではそうした地域を対象に、内陸地震空間ポテンシャル評価が可能かどうかの目をもって比抵抗構造再調査を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

2024～2026年にかけて、太陽活動の11年周期は極大期を迎える。これは比抵抗構造推定のためのSN比が飛躍的に向上することを意味し、人工ノイズを懸念してこれまで探査に及び腰であった地域の再調査を行う絶好の機会である。本課題では2000年鳥取県西部地震、2004年新潟県中越地震、2018年北海道胆振地震、これらの震源域周辺で広帯域MT再調査を行う。既にMT調査が行われ論文が出版されているが、いずれも本課題の作業仮説の検証を行うには不十分である。本課題では観測が行われていなかった地域で新規に観測を行い、既存データと統合し3次元比抵抗構造を推定する。
何年度にどこでMT探査を行うかという計画の進め方は、解析担当者の学生、配分された予算等を考慮して決定する。現在はR6-7 鳥取西部、R7-8新潟県中越、R8-9北海道胆振を計画している。北海道胆振はノイズ環境が比較的良好なため5カ年の後半に設定している。いずれにせよ太陽活動が極大なR6-8年度に主たる調査を行い、R9-10年は補充調査の期間にあてる。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1997年鹿児島県北西部地震

昨年度報告した解析結果が、学生が筆頭著者の論文として出版された (Matsunaga et al. 2025 Tectonophysics)。3月の本震 (M6.3)は低比抵抗体の端部で開始し、破壊が西側に進行したが、最終的に別の低比抵抗体の存在によって停止したことが分かった (図１)。5月の地震 (M6.2)についても、すべり量は3月の地震に比べ小さいものの似た結果を示した。以上の結果は2016年熊本地震で得られた結果 (Aizawa et al. 2011 EPS)と同様であり、内陸大地震の破壊の開始と停止が、低比抵抗体に支配されている事例と判断した。

1995年兵庫県南部地震

対象地域は都市に近く直流電車等による電磁気ノイズの懸念から、これまでMT調査は全く行われてこなかった。本課題では、昨年度に予備MT調査を3点で実施し、磁気嵐を捉えれば比抵抗構造推定に耐えうる応答関数が推定できることを確認し、本課題の対象とした。今年度の本観測では1観測点あたり約1か月という長期にわたりデータを取得することで磁気嵐を捉えるという方針で観測を行った。6月末～7月にかけて用地交渉と申請作業、9月末～1月初旬に本観測を実施した。約24台の機材を3回転させることで、宝塚から南あわじにかけての70点で地磁気地電流データを取得した (図2)。太陽活動極大期の恩恵を強く受け3期間とも磁気嵐を捉えることができた。九州の九重火山の地磁気データを磁場参照点としたリモートリファランス処理を深夜の時系列データに適用し推定した応答関数は、多くの観測点で良質であることを確認できた。神戸市や西宮市などの都市部においても地磁気嵐を捉えればMT調査による比抵抗構造推定が可能であると分かったことは、今後、都市部においてもMT調査にチャレンジするきっかけとなり得る。

2000年鳥取県西部地震

昨年度に35点で取得したデータの解析をすすめた。深夜においても電場に矩形のノイズが見られたためこれを自動除去するプログラムの開発を行い、応答関数を改善した。しかしながら観測では磁気嵐を捉えることができなかったため長周期帯で応答関数の推定誤差が大きい結果となった。これらの応答関数と、先行研究であるUmeda et al. 2011 JGRで使用された52点の広帯域MTデータと、国際誌に未発表であった12点の広帯域MTデータ(https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/hapyo/04/p56.pdf)、をコンパイルして3次元比抵抗構造解析を行った。その結果、先行研究では本震の震源の南西深部に低比抵抗体がイメージングされたが、本解析では低比抵抗体が本震震源直下にイメージングされるという大きく異なる結果を得た。しかしながら先行研究のデータの質が長周期帯で想像以上に悪く、南側の破壊停止点付近、さらに2026年1月6日に発生した島根県東部地震 (M6.4) 付近では、比抵抗構造が拘束できていないことが分かった (図3, 図4)。先行研究のデータは観測期間が短く地磁気活動も低調でありノイズ処理の適用効果が薄いことが分かったため、破壊停止点や島根県東部地震 (M6.2) との関連を議論するには追加観測が必要であることが分かった。

2004年中越地震

先行研究の MT データ（Uyeshima et al., 2004, EPS）について再解析を行った。先行研究では、2004年中越地震の震源域南部(A-A'測線)および北部(B-B'測線)の2測線において観測が実施されており（図5）、そのうち南部測線のみを対象として二次元比抵抗構造解析が行われていた。本年度は、これらすべての観測データを用い、最新の三次元インバージョン手法（Usui, 2015; Usui et al., 2024）を適用して再解析を実施した。その結果、2004年中越地震の余震は、先第三系の基盤岩と解釈される中～高比抵抗域に主として分布し、その上位に位置する新第三紀堆積岩と解釈される浅部低比抵抗領域内では、ほとんど発生していないことが明らかとなった（図6）。先行研究では、余震が低比抵抗領域内でも発生している結果となっていたが、より現実的な比抵抗構造モデルへと修正され新たな視点が得られた。また、既存点の観測点は偏在しているため深部に対しての拘束は弱いが、震源域下部には比較的低い比抵抗を示す領域の存在が示唆された（図６）。この深部領域のイメージングの可能性を調べるため、2025年10月から11月にかけて、追加配分予算を用いて予察MT 観測（3地点, 図５の紫色シンボル）と次年度以降の観測点下見調査を実施した。予察MT観測の結果、直流電車や上越新幹線の線路近傍に位置する観測点においても、比抵抗構造推定に使用できる質の応答関数算出が可能であることが確認された。以上の結果を総合し、新たな観測により広域で長周期MTデータを取得すれば、

比抵抗構造と大地震の破壊の関係にせまることができ本課題の目的を達成できると結論した。

2018年北海道胆振東部地震

2025年８月～９月にかけて，追加配分予算にて胆振東部地震周辺域のMT観測（２地点）と次年度以降の観測点選定のための下見（５地点）を行った.

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

１－（５）―イ　内陸地震

比抵抗構造と、すべり分布や震源分布等との比較により、1997年3月の鹿児島県北西部地震は低比抵抗体の西端部で開始し、破壊が西側に進行したが、最終的に別の低比抵抗体の存在によって止まったことが分かった。これは2016年熊本地震で得られた結果と同様であった。鳥取県西部ではノイズ処理や比抵抗構造解析が進み、破壊停止域、2026年1月6日の島根県東部地震域においては比抵抗構造が拘束できていないことが分かった。神戸淡路は都市部であり人工ノイズが大変懸念されたが、地磁気嵐を捉えることで良好な応答関数が得られ、今後比抵抗構造解析を進める。2004年中越地震震源域では、既存データ再解析と予察観測により、広域で新たに観測を行えば、深部構造の推定が可能であり、破壊と比抵抗構造の関係を調べられることが分かった。R8年度は予算が限られているが、太陽活動が極大期である恩恵を活かし追加観測を行いたい。追加予算の機会があれば応募を検討したい。

６－（６）次世代を担う研究者，技術者，防災業務・防災対応に携わる人材の育成

2000年鳥取県西部地震震源域、1995年兵庫県南部地震震源域での広帯域MT調査について、解析担当者の大学院生を選定し、観測のための用地交渉、観測準備、観測の実行や連絡、さらに得られたデータの整理、解析まで、一連の作業全てに携わってもらった。全て主体的に責任を持って実行したため、ただ作業に参加するだけでなく、全体をマネージメントしながら調査を行う貴重な経験となった。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Matsunaga K., Aizawa K., Asamori K., Ogawa H., Utsugi M., Yoshimura R., Yamazaki K., Uchida K., Matsushima T., Inoue T., Yonemori K., Shigematsu H. (2025), Three-dimensional resistivity structure and its relationship to the rupture of the 1997 Kagoshima earthquake doublet (Mw. 6.1 and 6.0), Japan, Tectonophysics, 915, 230880, https://doi.org/10.1016/j.tecto.2025.230880, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

本田貴之・相澤広記・山口雅弘・中村謙佑・重松弘道・三島瀬里香・今井憲一郎・大川航平・馬場朱莉・吉川怜樹・山下孟土・上嶋誠・臼井嘉哉・渡部熙・畑真紀・宮町凛太郎・吉村令慧・井上智裕・畑岡寛・市原寛・黒田真奈加, 1995年兵庫県南部地震震源域におけるMT応答関数の導出, Conductivity Anomaly 研究集会, 郡山, ポスター, 2026.3.

中村謙佑, 相澤広記, 浅森浩一, 大志万直人, 井上智裕, 臼井嘉哉, 市原寛, 山口雅弘, 宇都智史, 畑岡寛, 重松弘道, 永山勇志, 本田貴之, 山田朋輝, Three-dimensional resistivity structure in the focal region of 2000 Western Tottori Earthquake, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 千葉幕張, 口頭, 2025.5.

中村謙佑・相澤広記・浅森浩一・大志万直人・塩崎一郎・井上智裕・臼井嘉哉・市原寛・山口雅弘・宇都智史・畑岡寛・重松弘道・永山勇志・本田貴之・山田朋輝, 2000年鳥取県西部地震震源域における3次元比抵抗構造, Conductivity Anomaly 研究集会, 郡山, ポスター, 2026.3.

藤雄介・市原寛・江尻智香(名大)、上嶋誠(東大地震研)、小川康雄(東北大)、中越地震震源域電気伝導度構造研究グループ, 3次元インバージョンコードを用いた2004年新潟県中越地震震源域の地下比抵抗構造の再解析, Conductivity Anomaly 研究集会, 郡山, ポスター, 2026.3.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

MTデータの解析 (鳥取西部、神戸淡路)。2004年中越地震震源域での広帯域MT観測。
予算状況を見て鳥取県西部地震での追加MT観測。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

相澤広記（九州大学）
他機関との共同研究の有無：有
上嶋誠（東京大学）, 臼井嘉哉（東京大学）, 吉村令慧（京都大学）, 市原寛（名古屋大学）, 橋本武志（北海道大学）, 塩崎一郎（鳥取大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：九州大学地震火山観測研究センター
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：相澤広記
所属：九州大学地震火山観測研究センター

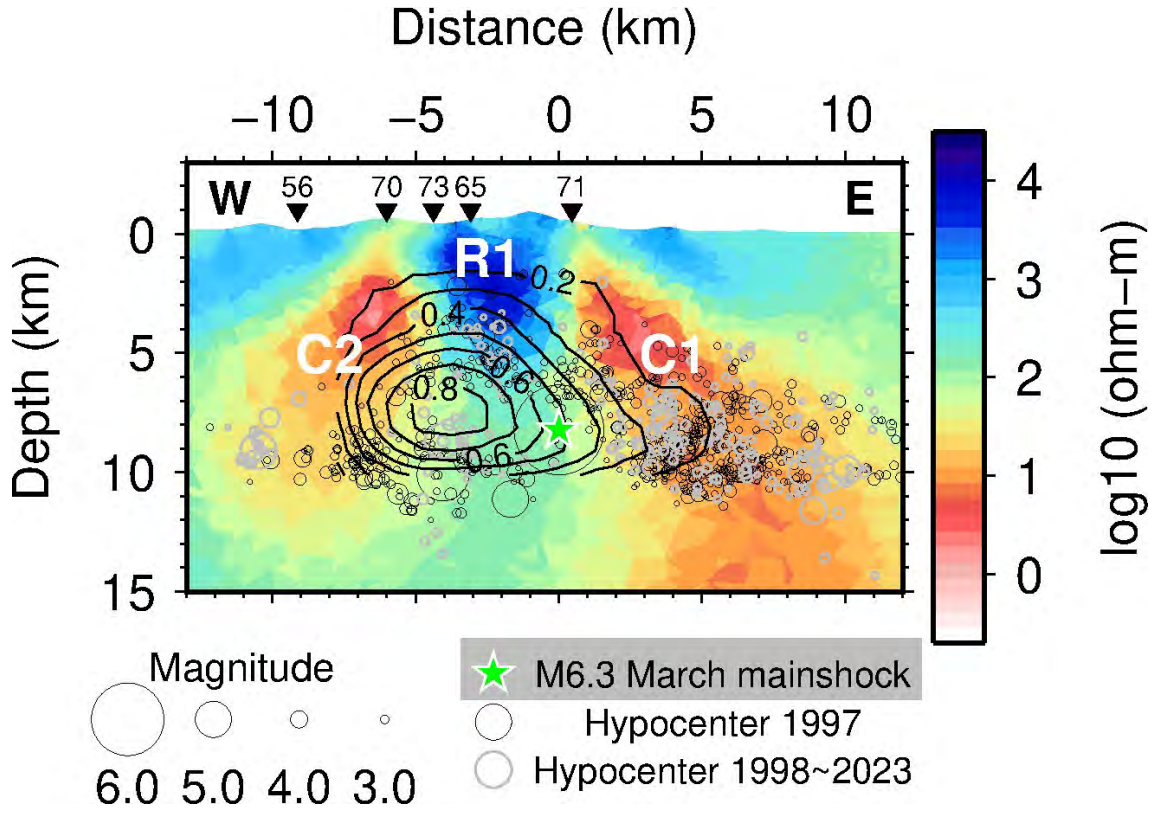


図1
1997年3月の鹿児島県北西部地震の破壊面に沿った比抵抗断面 (Matsunaga et al. 2025)。Horikawa 2001 BSSAによるすべり分布 (単位はm)を併せて示す。地表の逆三角は断面近傍の観測点の位置を示す。

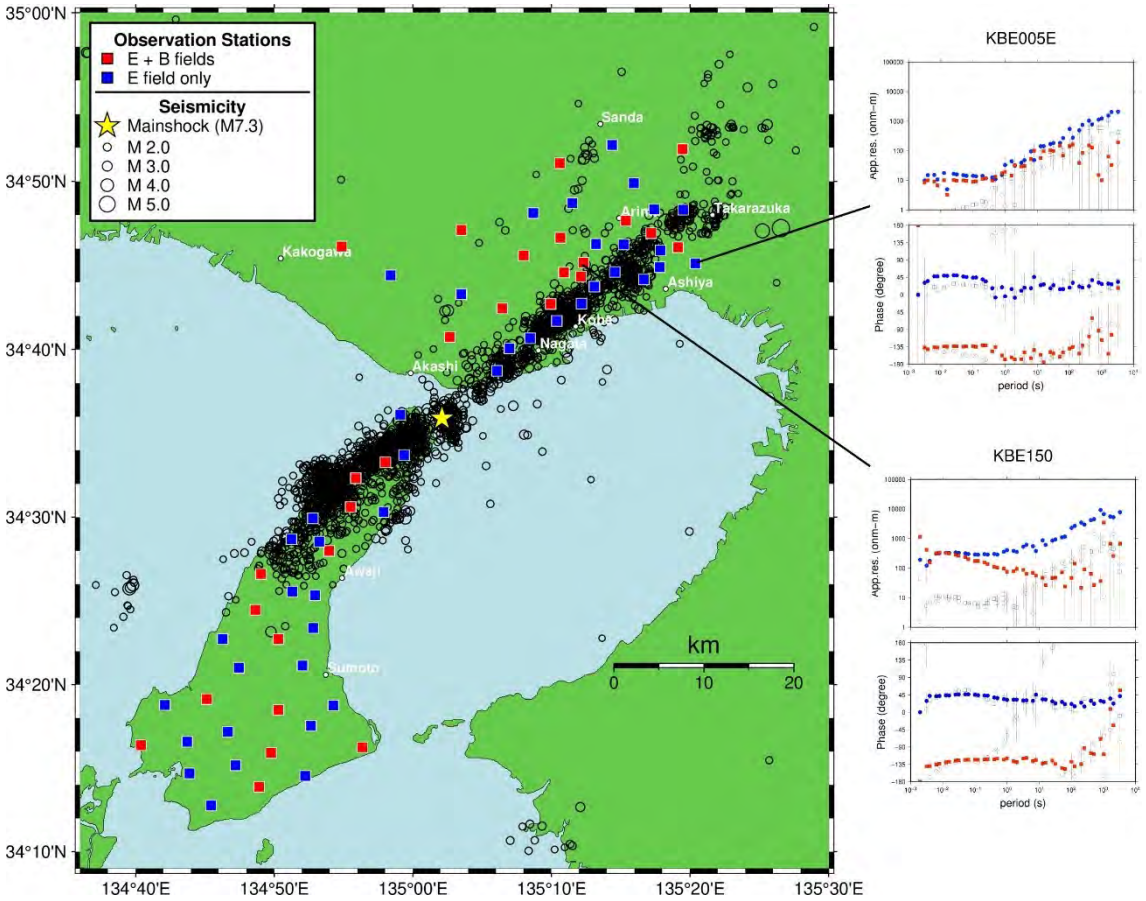


図2
1995年兵庫県南部地震震源域周辺での広帯域MT観測点と応答関数 (青Zxy, 赤Zyx)の例。磁気嵐を捉えることにより、都市部においても比抵抗構造推定に利用可能な質の応答関数が推定できた。

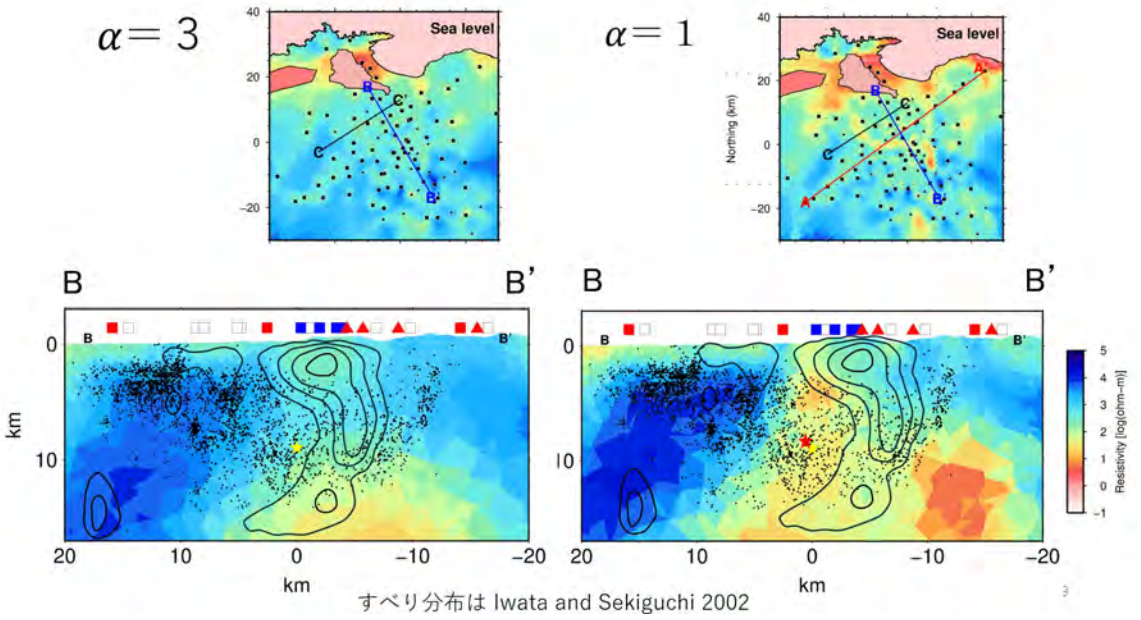


図3
2000年鳥取県西部地震の震源断層に沿った鉛直断面。残差とラフネスのバランスをとるハイパーパラメータαを変えた結果を示す。両者とも震源の深部に低比抵抗体が推定されているが、特に南側 (B’側)の破壊停止位置付近では構造が大きく異なる。白□は先行研究 (Umeda et al.2014 JGR)、赤は本課題のR6年度観

測点、青は大学連合による未発表データ。

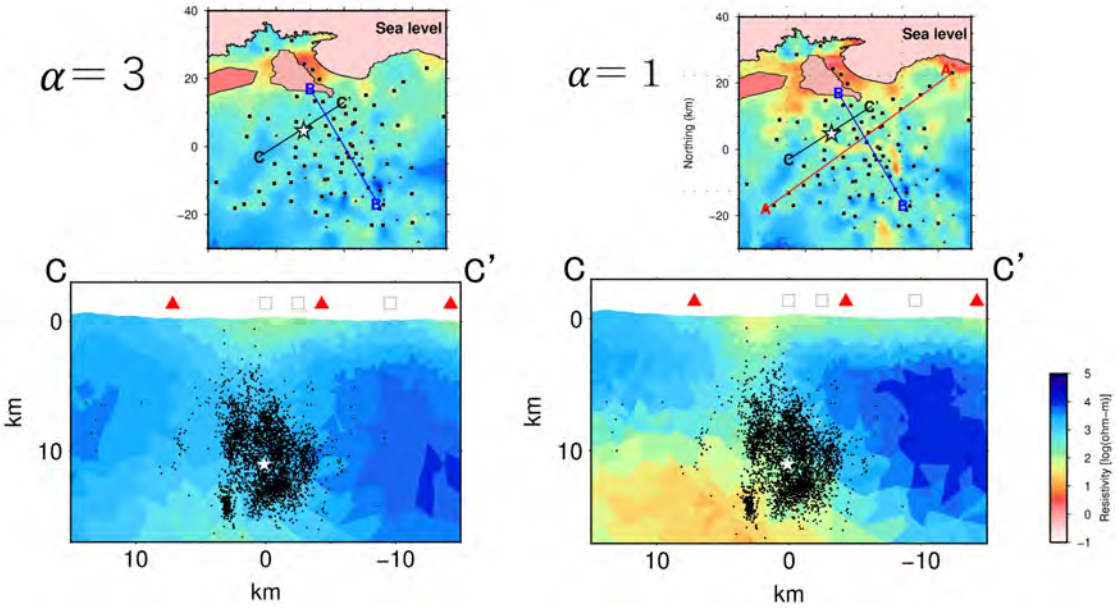


図4
2026年島根県東部地震 (M6.2) の震源を横切る鉛直断面。ハイパーパラメータ α を変えた結果を示す。両者とも震源直下に低比抵抗領域が推定されるが、形状や値が大きく異なる。

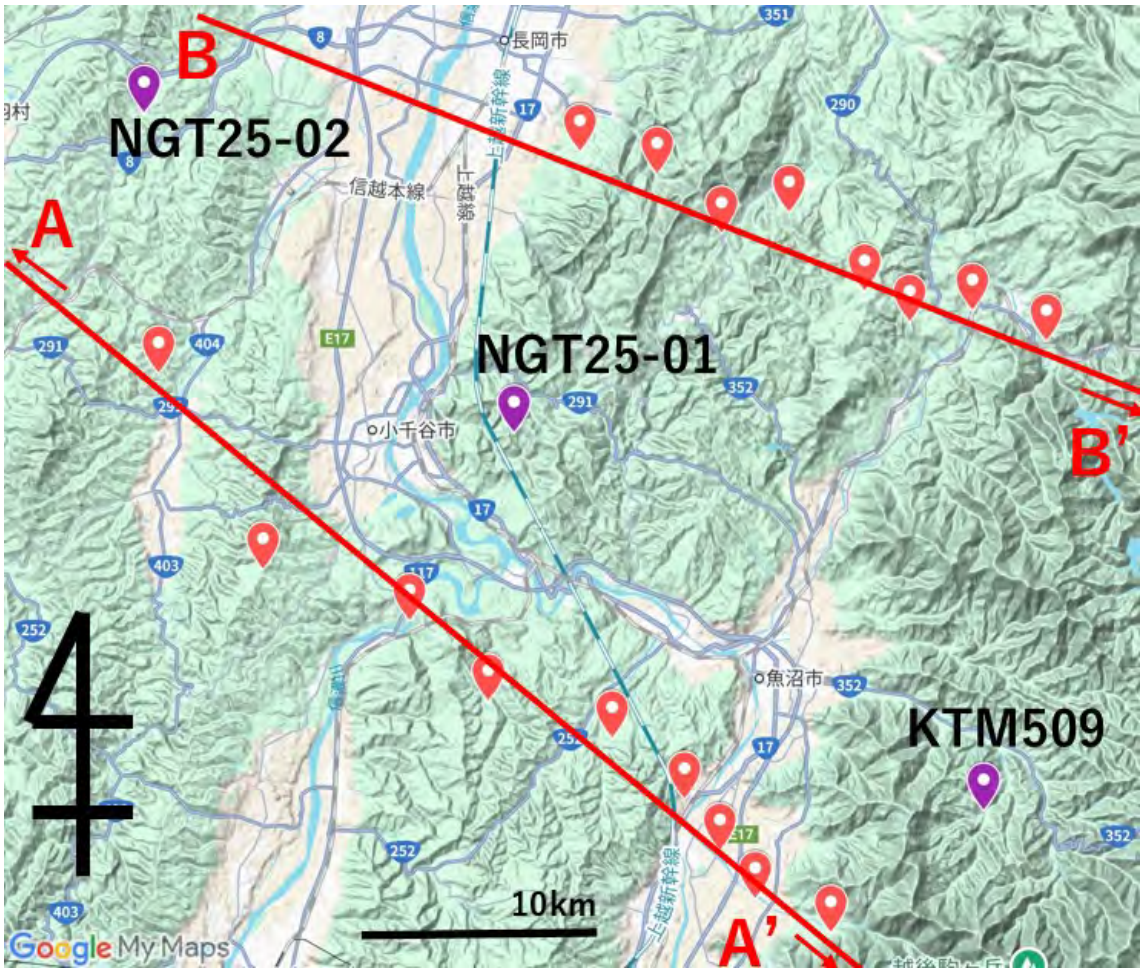


図5
2004年中越地震震源域で行われた広帯域MT観測 (赤シンボル, Uyeshima et al. 2004) と、2025年度に実施した予察観測 (紫シンボル)

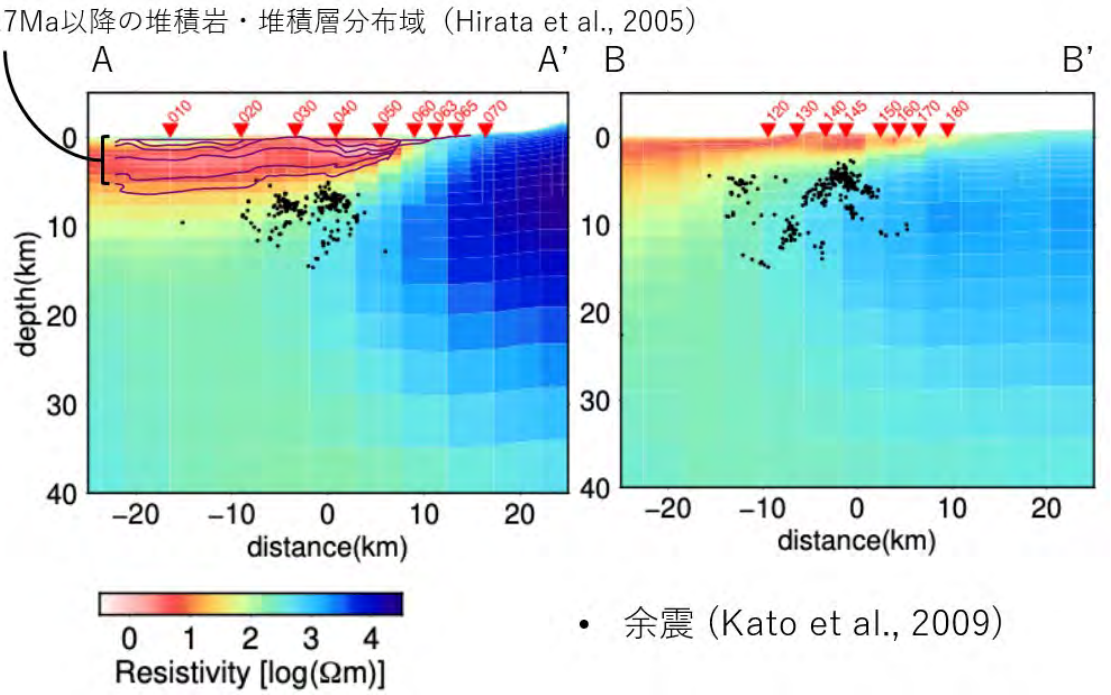


図6
2004年中越地震震源域における既存広帯域MT観測データ (Uyeshima et al. 2004) の3次元解析 (再解析) 結果。次年度以降の本観測のターゲットは10 km以深である。

令和７年度年次報告

課題番号：KYU_03

（1）実施機関名：

九州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）九州地下のマグマ上昇経路と地殻活動の関連性
（英文）Magma ascent route and its relation to crustal activities beneath Kyushu island

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測

（5）本課題の５か年の到達目標：

九州地下のマグマ上昇経路、およびマグマから供給される揮発性成分の上昇経路を解明し、地震活動、ひずみ集中との関連を調べる。マグマが地表になぜ到達できるかという視点を加えた比較観測研究を実施し、火成活動、マグマ噴火に対する示唆を与える。

本課題では、霧島火山と九州中央部の比較研究を行う。地震学的構造の分解能向上および、両地域で発生する浅発から深部低周波地震のメカニズム比較のため、阿蘇南部から錦江湾北部まで九州中央部を100kmにわたり縦断する地域に、3成分オフライン地震観測網を新たに設置し、5カ年にわたり観測を継続する。既存点と合わせて浅発～やや深発地震の波形から、上部マントルから地殻まで、特に深部低周波地震震源域での10㎞以下の分解能での構造推定、および地震メカニズム推定を行う。以上の比較研究に加え、九州全域を対象とした高空間解像度の地下構造を推定し、温度場、水・マグマの分布と物性、さらに流体上昇経路の推定を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

R6年度：九州縦断臨時地震観測点設置。
R7年度：地震観測点維持。広帯域MT探査
R8年度：地震観測点維持。広帯域MT探査
R9年度：地震観測点維持。広帯域MT探査
R10年度：地震観測点維持。
解析・議論はすべての年度で実施。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題では、九州地下のマグマ上昇経路、およびマグマから供給される揮発性成分の上昇経路を解明し、地震活動、ひずみ集中との関連を調べる。マグマが地表になぜ到達できるかという視点を加えた

比較観測研究を実施し、火成活動、マグマ噴火に対する示唆を与える。

地震観測：
霧島火山と阿蘇火山の間の低周波地震発生域を含む、ほぼ南北に約100㎞にわたって設置した地震観測点10点 (図1) の観測を継続した。本課題での地震観測点設置以前の期間も含め、既存観測点で観測された3成分地震データを用いて、非火山性地域で発生する深部低周波地震に対してマッチドフィルターによる検出を試みた。手法はKurihara & Obara (2021) を踏襲し、2014年7月～2025年9月を対象に象庁カタログ144イベントのうち、SN比が4を超える72イベントをテンプレートとして使用した。その結果、約900イベントと気象庁カタログの約6倍の数のイベントを検出した。しかし2023年3月の増加数がやや強調された程度で、増加するタイミングは、基本的に気象庁と同じであった (図２)。

電磁気観測：
全計画でのKYU_01課題の継続として、本年度の観測も含め別府―由布院周辺で取得した161点の広帯域MT観測データの3-D解析を行い、鶴見、伽藍、由布の3火山に向かって、北側の深部から斜めに上昇してくる低比抵抗体をイメージングした (Aizawa et al. 2025)。深さ20～30 kmで発生している深部低周波地震は低比抵抗体 (図3のC3)の南端部で発生している。深さ5 km付近の水平断面に対し、地表の鶴見、伽藍、由布の3火山の位置は低比抵抗体の端部に相当する (図3のC1)。これらの結果は近隣の九重火山、阿蘇火山で得られている結果 (Aizawa et al. 2022 GJI) と同一であり、低比抵抗体の端部がマグマ性流体の上昇経路であることを示唆した。また867年に水蒸気噴火があり、最近も熱泥噴出が発生するなど活発な伽藍岳と、有史の噴火がなく現在活動が穏やかで由布・鶴見岳とでC1や表層の低比抵抗層の違いがあることを指摘した (図4)。
これまで得た広帯域MT観測データをコンパイルし解析することで、霧島火山群の3次元比抵抗構造とマグマ供給系を推定した (Aizawa et al. in press)。新燃岳火口、深部低周波地震発生領域の3者を結ぶ線より北側の深さ3 km以深に低比抵抗体がイメージングされた。この低比抵抗体の位置や形状は、地面に垂直に振動するS波の速度VSVの低速度異常域 (Nagaoka 2020) とおおよそ一致する。地面に平行に振動するS波の速度VSHでは対応する低速度異常はイメージングされず、VSVの低速度異常域は数多くのシルが連結した領域と解釈されており、ほぼ同じ位置に推定された低比抵抗体もマッシュに囲まれたシルの複合体 (マッシュコラム) と解釈した。比抵抗構造は深さ15 kmより深部にも感度があり、低比抵抗体は深くなるとより西側、より北側へと広がり、地殻を貫くマグマ供給系の存在を示唆する。深部低周波地震や地殻変動源は、この低比抵抗体の端部に位置する。これらから低比抵抗体の端部がマグマ性流体の上昇経路であると解釈し、マグマ供給系を推定した (図５)。
桜島火山において過去に得た広帯域MTデータ、ヘリウム同位体比データ、自然電位データを統合し、マグマ供給系を推定した (図６)。桜島北側の姶良カルデラからマッシュ状マグマと解釈する低比抵抗体が火口直下にせり上がっている。地盤変動源や深部低周波地震はその端部で発生している。この低比抵抗体が浅部の低比抵抗体と連結している北側、東側ではヘリウム同位体比が高いのに対して、西側、南側ではヘリウム同位体は低い。これらから揮発性成分は低比抵抗端部から浅部の地下水層へ移動しているという経路を提案した。
全計画でのKYU_01課題の継続として、北海道の阿寒カルデラで観測されたマグネトテルリック法（MT法）探査データを用いて、3次元比抵抗構造の推定を行った (Inoue et al. in press)。3次元比抵抗構造解析の結果、雌阿寒岳と雄阿寒岳の間に西方深部に斜めに傾く低比抵抗異常体を解析した。この低比抵抗異常体と、2016年から2017年にかけて発生した地盤膨張の推定シル状圧力源、準定常的に発生している深部低周波地震や浅部火山性地震の空間的関係を明らかにして、阿寒カルデラのマグマ供給系の構造をモデリングした（図７）。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
１－（５）―ウ　火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
以上の鶴見・伽藍・由布・霧島・桜島、さらに全計画での九重、阿蘇のMT探査の結果は、いずれもマッシュコラムと解釈できる低比抵抗体が山体の北側深部に伸びていることを示す。これは九州では火山に対して、いずれもマグマが北側深部から供給されていることを示唆している。地殻内でもホットフィンガーのようにマグマ供給の向きが揃うことは興味深く、九州のテクトニクスとあわせてその原因を今後解明したい。さらにマッシュコラムは巨大で長寿命、対して地殻変動源は微小かつ短命で、マッ

シュコラムの端部に存在していることを提案した。つまり、普段のマグマ上昇経路は巨大なマッシュ状マグマだまりの端部であることを一貫して示唆した。今後、この新規アイデアの一般性を検証していく。現在投稿中である桜島火山、阿寒カルデラの比抵抗構造の論文を出版する。また、九州非火山地域の深部低周波地震周辺の比抵抗構造解析を進める。
深部低周波地震の観測解析については群発地震活動があった2025年9月中旬を含めて対象期間を延ばす。また非火山性地域だけでなく霧島火山も対象にKurihara & Obara (2021) のNCC法などによって震源再決定し、両者を比較する。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Aizawa K., Muramatsu D., Tsukamoto K., Teguri Y., Koyama T., Utsugi M., Kanda W., Inomata T., Shigematsu H., Shimizu H., Trans-crustal magma plumbing system of Kirishima volcanic complex as inferred from dense broad-band magnetotelluric observations, Earth Planets and Space (in press)., 査読有, 謝辞有

Aizawa K., Yamamoto Y., Wakabayashi A., Muramatsu D., Aniya S., Tanabe H., Fujita S., Azusa S., Koyama T., Shiozaki I., Ichiki M. (2025), Three-dimensional resistivity structure beneath Beppu and Yufuin geothermal fields imaged by dense broad-band magnetotelluric observations, Earth Planets Space, 77, 159, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02291-w., 査読有, 謝辞有

Inoue T., Hashimoto T., Aizawa K., Ichihara H., Yamaya Y., Tanaka R., Dense Magnetotelluric Imaging of the Akan Caldera: Insights into its Magma Plumbing System and Caldera-forming Reservoir, Earth Planets Space (in press)., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

相澤広記, 比抵抗構造からみた花崗岩マグマ供給システム, 次世代花崗岩シンポジウム, 2026.1 口頭 (オンライン).

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

九州中部の地震観測点保守。地震データの解析。観測空白域でのMT観測。MTデータの解析。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

相澤広記（九州大学）, 松本聡（九州大学）, 松島健（九州大学）, 江本賢太郎（九州大学）
他機関との共同研究の有無：無

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：相澤広記
所属：九州大学地震火山観測研究センター

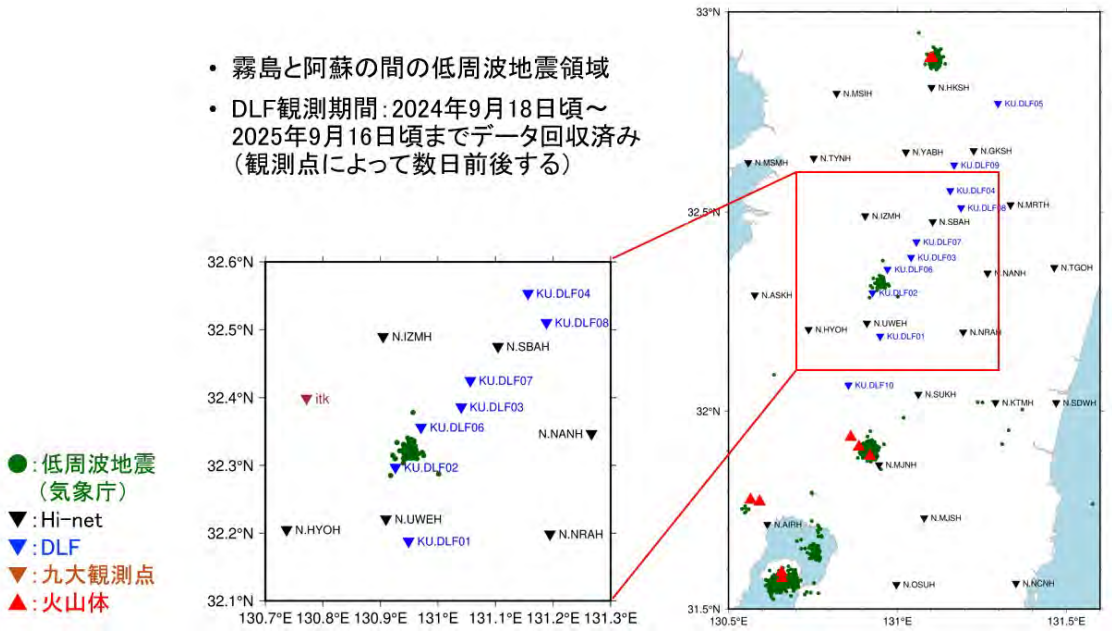


図1
設置した地震観測点（青字）とその他の臨時観測点 (3成分地震計のみを表示)。

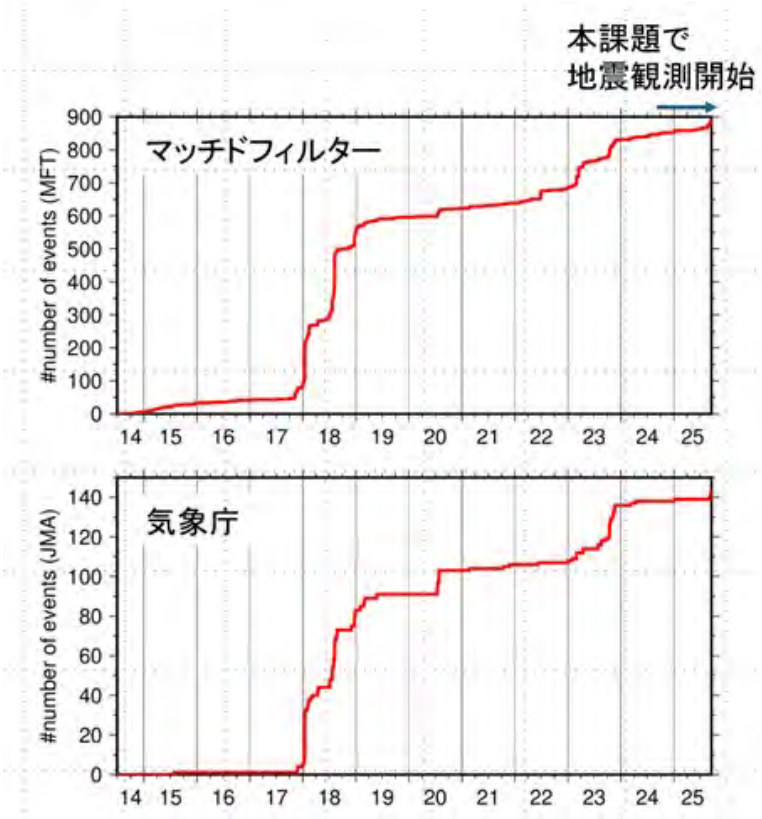


図2
マッチドフィルターによる非火山地域の深部低周波地震の検出。気象庁カタログと比較して約6倍の数を検出。本課題の地震観測は2024年度に開始したことに注意。

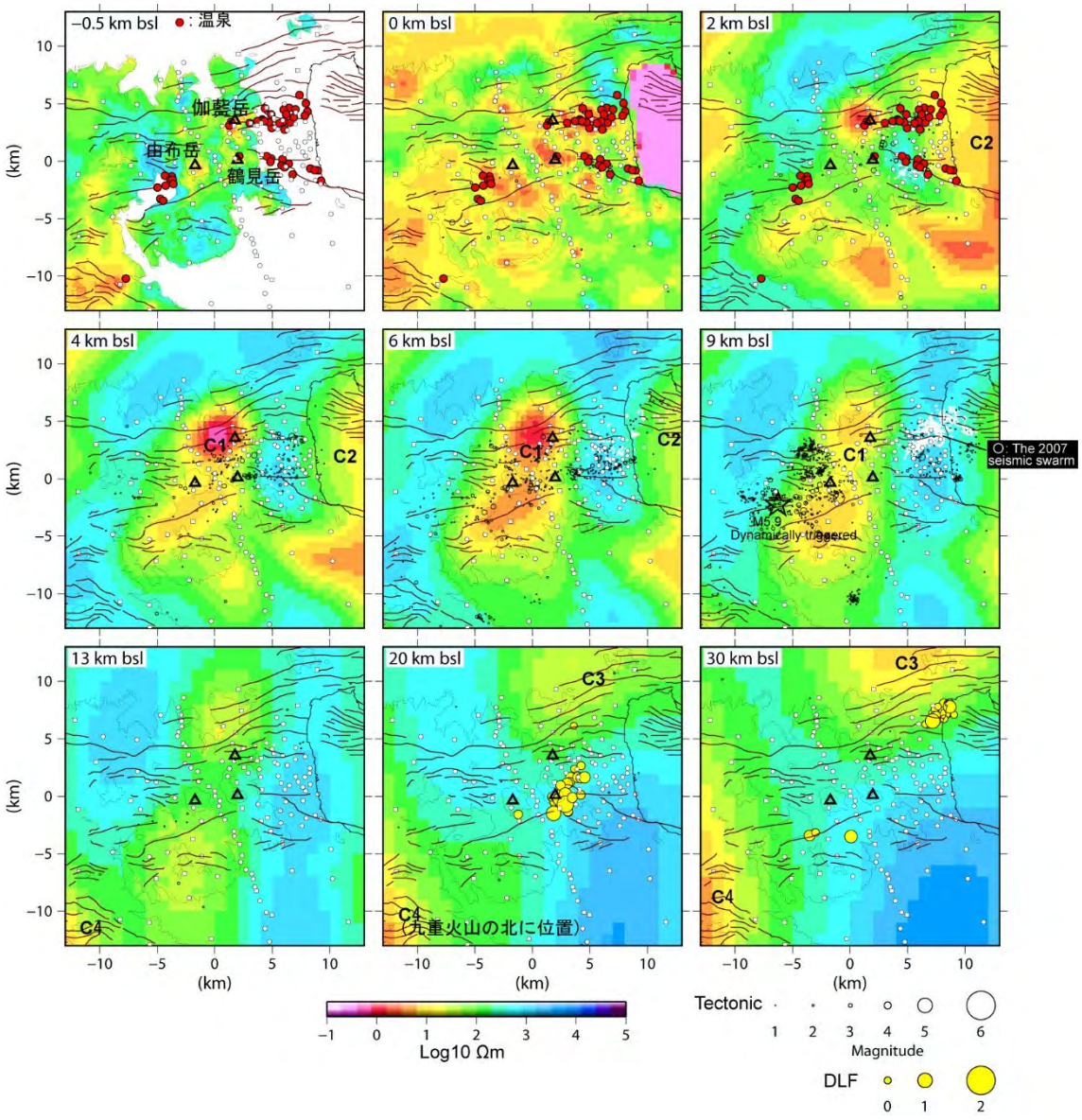


図3
別府由布院地域の比抵抗構造 (Aizawa et al. 2025)。３つの活火山 (伽藍岳、鶴見岳、由布岳)　をそれぞれ△で示す。

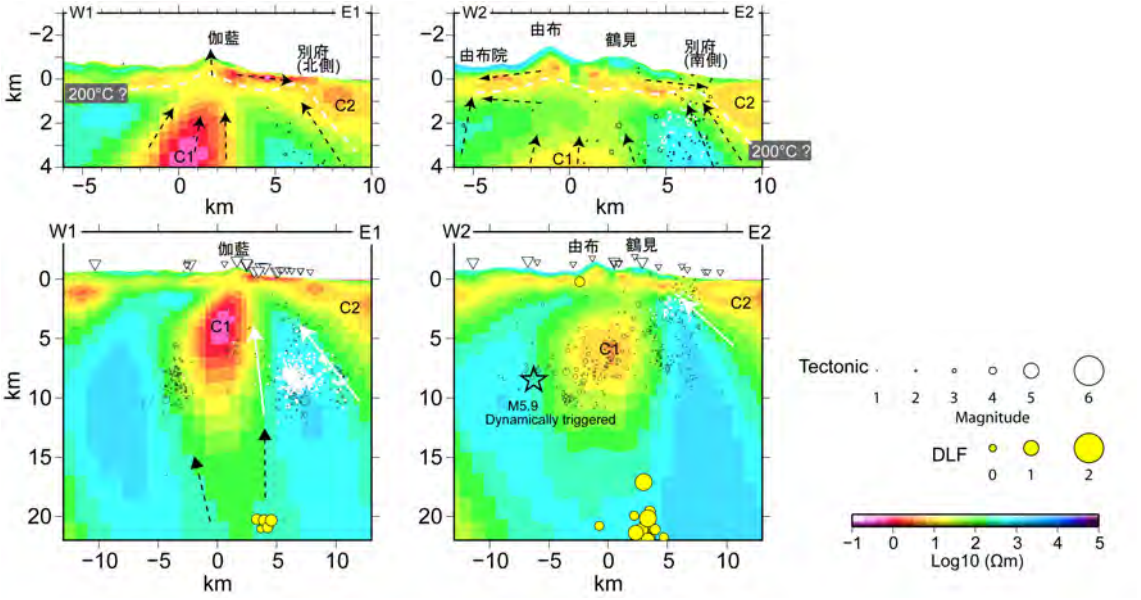


図4
別府由布院地域の比抵抗構造 (Aizawa et al. 2025)。鶴見岳・由布岳に対し、伽藍岳では低比抵抗体 (C1) がより浅部まで達し、その比抵抗値も低い。またC1から東への延びる浅部低比抵抗層も、伽藍岳～別府北部では比抵抗値が低く表層付近まで達している。

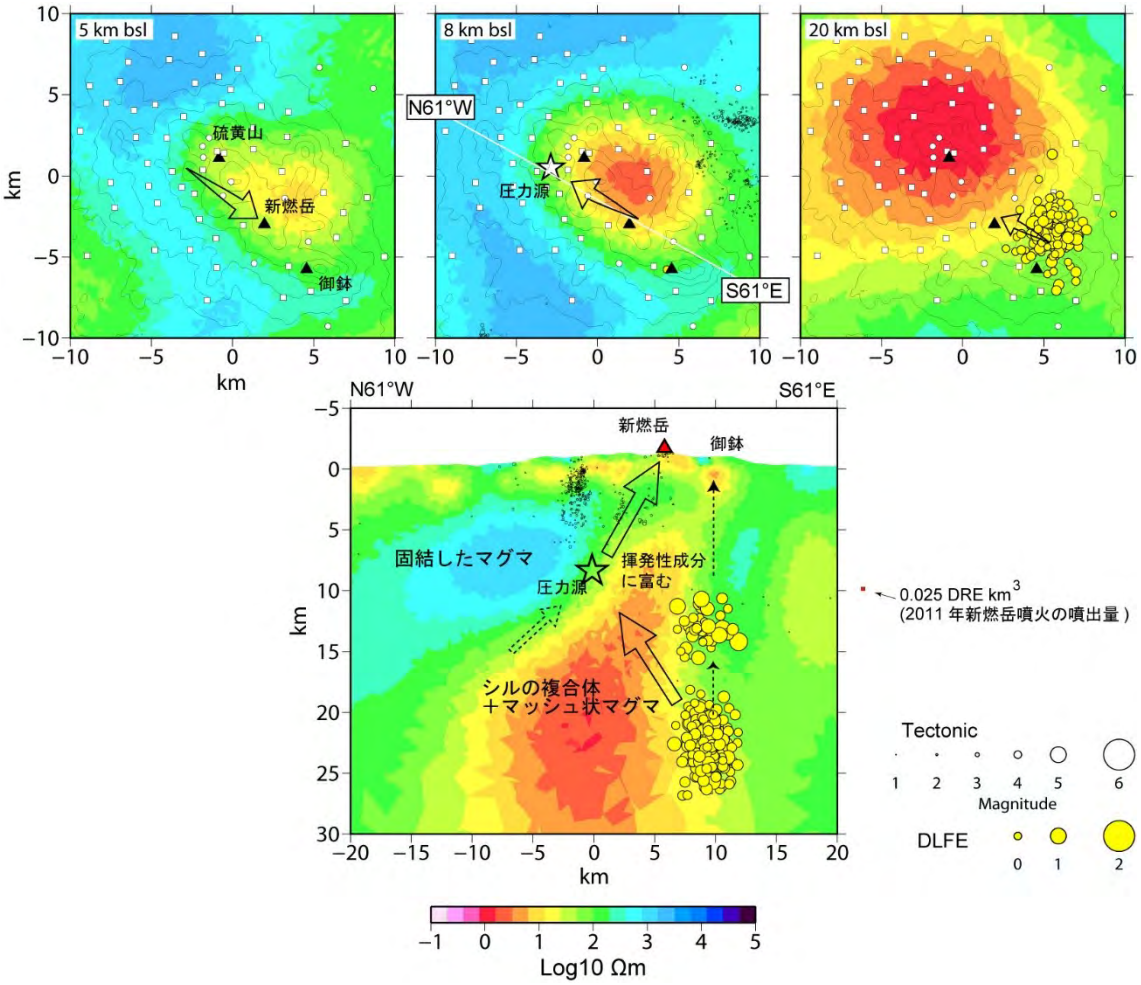


図5

霧島火山の比抵抗構造とマグマ供給系 (Aizawa et al. 2026 に加筆)。現在のマグマの上昇経路は巨大で長命なマッシュコラムの南端部と推定した。

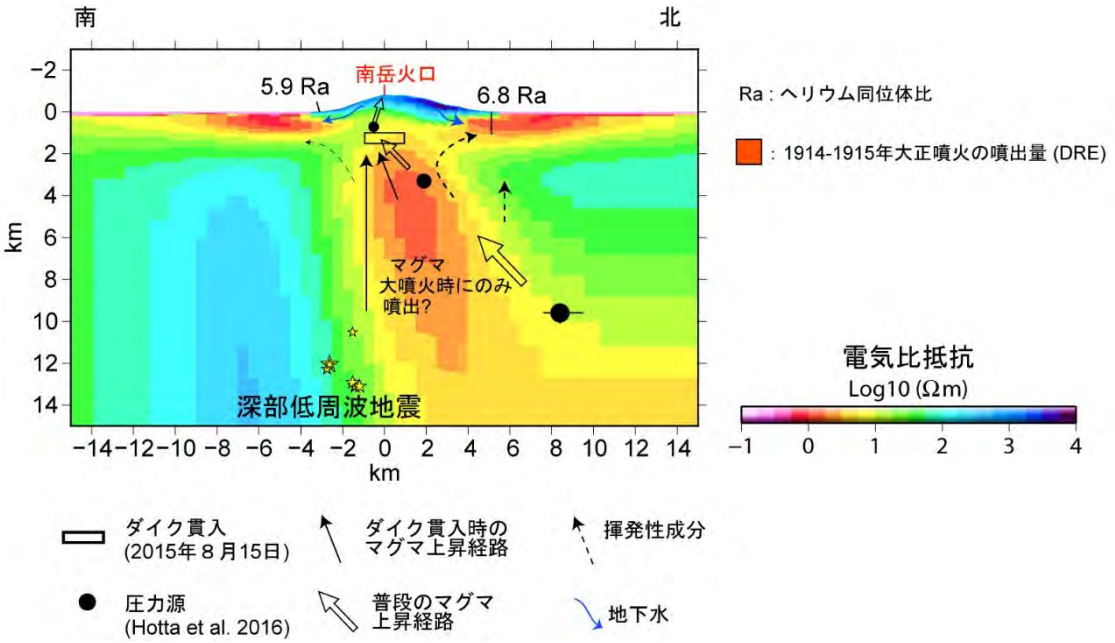


図6
桜島火山の比抵抗構造とマグマ性流体の供給系。マグマの上昇経路は巨大で長命なマッシュコラムの端部と推定した。

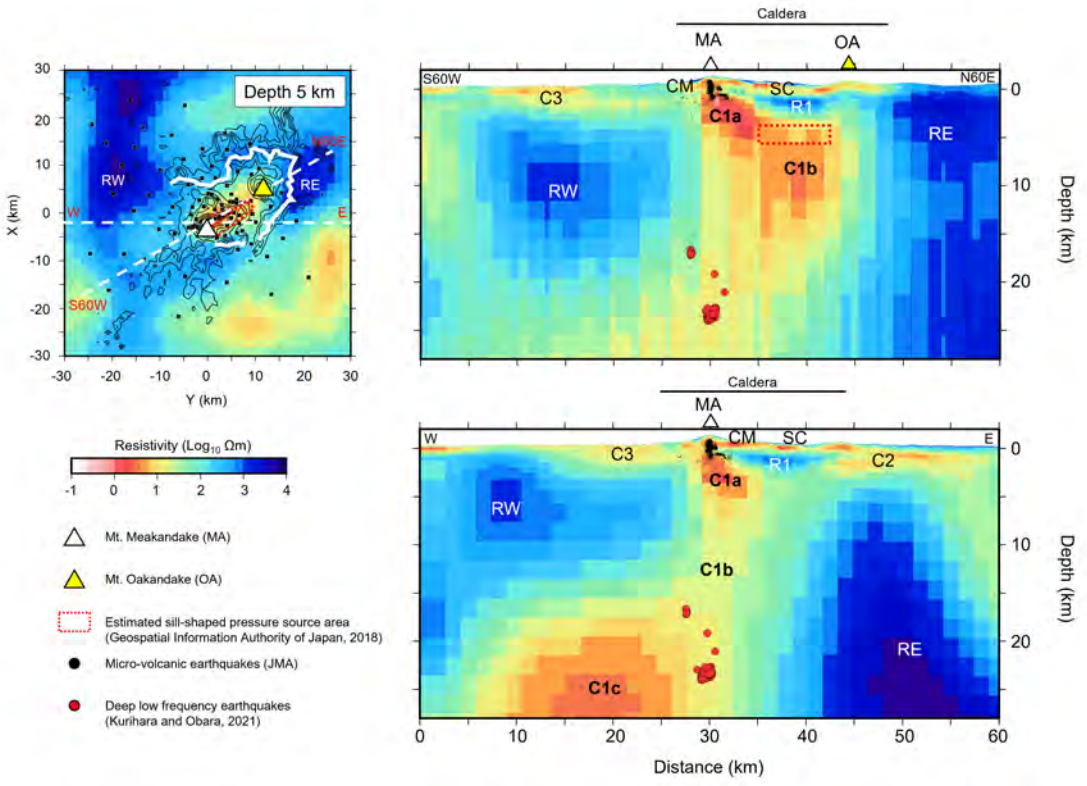


図7

雌阿寒岳ー雄阿寒岳間の比抵抗鉛直断面図 (Inoue et al. in press).

令和７年度年次報告

課題番号：KYU_04

（1）実施機関名：

九州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）機動観測支援システム開発と観測人材育成支援

（英文）Development of Support System for researchers on mobile geophysical observation

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

イ. 内陸地震

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(4) 内陸で発生する被害地震

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震火山活動の予測と監視の高度化に寄与できる高度な専門知識を有する人材の育成と新しい地震火山研究分野の創出により社会貢献と国際貢献をめざすものであり、「社会が求める人材育成機能の強化と国際貢献」という戦略に基づく取り組みである。本課題は①地震研究人材の育成、②全国の学生・研究人材への地震火山観測資源の提供であり、人材を呼び込み育てることに加えて、広く我が国及び世界の人材を育成するプラットフォームを構築することを目指すものである。

そこで、国内の実践的な知識と経験を多くの人材に供するため、新学術領域の際に開発した現有のおよそ1000台の地震観測データ伝送・収録装置を改良・活用して機動観測支援システムを整備し、実践的地震火山学を身に着けるための全国の拠点としてサービスを提供する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

現有の1000台弱の「断層深部形状検出システム」（以下，0.1満点観測装置）は100Hzサンプリング，１６bit, FOMAによるデータ通信を行うシステムである。1年強の観測期間にアルカリ単一電池48本でデータ収録を行える。データは九州大学のサーバにてWIN形式に変換している。この装置は，スイッチを入れるだけでデータのみだけでなく位置情報等を測定し，すぐにWINシステムで解析することができる。2017年の観測では1000台を2000年鳥取県西部地震震源域に展開した。その際は地域ボランティアの協力により設置を行い，観測をしたことがない人でも簡単に行えることを示した。この観測資源より整備し，出来るだけ広く供することにより地震火山現象の観測に触れることができるようにすることを目指す。

必要な具体的ステップ：

１．観測機器整備

機器のLTE化：　FOMAサービスが停波することによるLTE化

２．サーバ整備

処理ソフトウェア改良：上記の観測機器整備に伴って必要となるサーバソフトの構築
ニーズに応じたサーバ容量：HDなどのデータ配布に必要な記憶媒体
３．データ公開
ブラウザ構築：ユーザが簡単にDLできるよう，ソフトウェアを構築
４．機器共用
希望者に機器を貸し出す。センサーは２Hzもしくは4.5Hz上下動地震計がついている。利用者が別の機器をつないでも用いることができる。
R6年度は１．をテスト用に20台整備し，テストを進める．
R7年度は，２を行う．
R8年度は１を30台について行う．
R9年度は１を50台について行う．当面100台での運用を想定する．
R10年度は３，４を行い，サービスを提供する．

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

概要：
本課題においてのポイントは、簡便な設置、データ利用をできる観測システムをより活用するための改修整備、共用するための環境整備である。今年度末でFOMA停波されることを受け，年次計画（3年度目，4年度目に60台改修）を変更し，24台の改修を行った．本年度末には現有の約50台をLTE回線運用としてテスト観測をスタートする．FOMAによる既存システムのテスト観測は順調に継続しており、データ運用のテストを行った。
システムの改修：2026年FOMA停波によるオンライン利用の制限は本システムの利活用に致命的であるため、昨年度に引き続き改修を行った。現有のシステムに対して基盤改造（リワーク）として基盤時ICソケットを実装し、そこにLTEデバイスを装着する方式で進めた。その結果、24台の改修を完了した。
テスト観測による運用：熊本地震震源域、阿蘇火山、九重火山において地震観測を継続し、データ通信、編集作業の自動化を行った。事前調査で回線状態を確認し、設置時も通信確認を行ったが、約2割－3割の観測点ではデータの通信不良によってオンライン処理ができない状態であった。なお、通信不良であっても観測装置本体に設置しているSDカードには連続記録が収録されており、復旧は可能である。収録システムはWIN変換、チャンネル編集を毎日行い、データをNASに保存し、定常点のデータとマージするシステムを構築した。
監視プロセス：毎日の収録状況を簡便に確認できるよう、地図上への表示やテーブルをブラウザ上で確認できるようなプロセス（図1）を更新し試運転中である（図２）。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

今年度は昨年度に引き続き、計画の基本システムのアップデートと運用のテストを行った。これは本システムの活用のための重要なプロセスであり、従来、観測を実施しなかった人材のアクセスを容易にするための貢献を行った。今後も「社会が求める人材育成機能の強化と国際貢献」という戦略に基づく取り組みを目指し、引き続き課題を推進していく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

機器改修を行った50台について、LTE通信試験運用観測を実施する。問題点を洗い出し、運用がスムー

ズに進むようにする。また、収録監視プロセスや定常観測データとの統合処理を進める。また、LTE回線への変更ができていない機器のオフライン運用を円滑に進むようにSDカードを用いたデータ収録やその円滑な既存データとの統合を目指してシステムを構築する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

松本　聡（大学院理学研究院）, 江本賢太郎（大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
酒井慎一（東京大学情報学環）, 加藤愛太郎（東京大学地震研究所）, 蔵下英司（東京大学地震研究所）, 大見士朗（京都大学防災研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：九州大学大学院理学研究院
電話：0957-62-6621
e-mail：
URL：www.sevo.kyushu-u.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松本聡
所属：九州大学大学院理学研究院

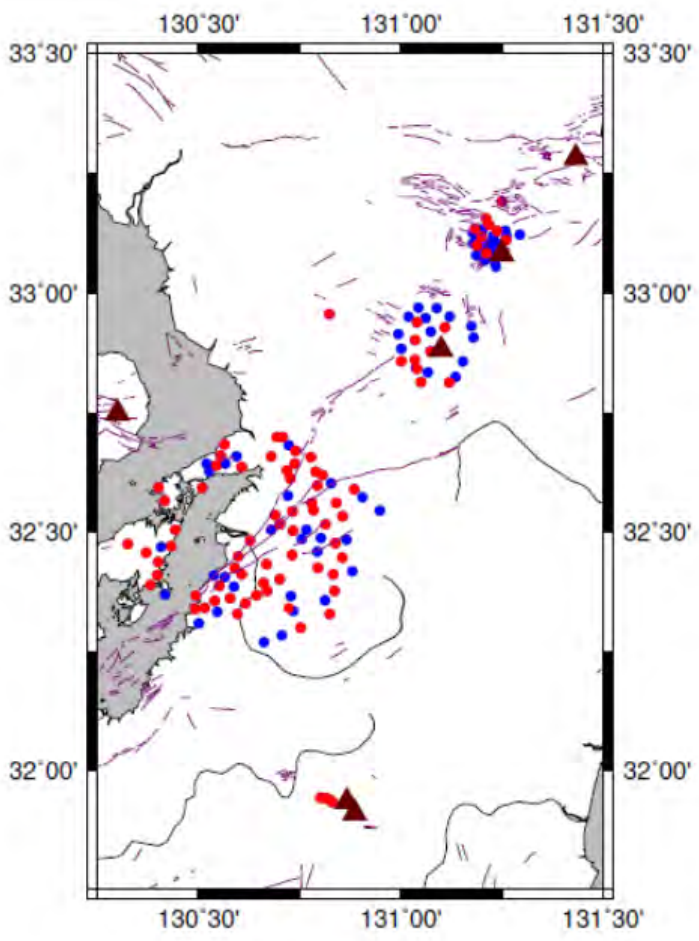


図1
昨年度作成の監視プロセスによる表示例（赤が欠測）。通信に遅れがある場合もチェック時点での情報が記されて欠測となっている。

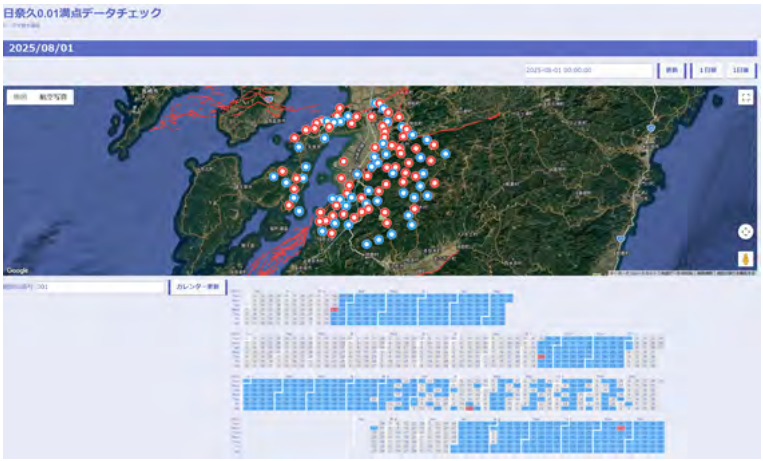


図2
観測点収録状況マップの例。赤丸が通信不良の点。カレンダー機能を備え、観測点ごとの欠測期間を見ることができる。

令和７年度年次報告

課題番号：MFRI01

（1）実施機関名：

山梨県富士山科学研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）富士山地域の防災力向上に向けた研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（4）その他関連する建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
６観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、富士山地域で火山噴火などの自然災害に対して適切な避難行動により、自然災害の軽減を目指す。適切な避難行動をとるためには自然現象への適切な理解が必要となることから、理解の促進と避難行動を結び付ける必要がある。そのためには住民などを対象に防災教育や周知啓発活動が必要になることから、富士北麓地域の市町村や小中学校と連携し、ワークショップや防災教育、学校防災対策の支援を通じて、効果的な防災教育の実施方法や実践的な防災訓練の実施方法について研究を進める。本課題の研究成果によって、防災リテラシー向上のために地域の防災を担う児童生徒や地域の防災リーダーの育成が可能となる教育・研修プログラムの開発と発信手法の確立を目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

･小中学校を対象に防災教育や防災訓練を通じて、現象の理解と適切な避難につなげるための研究を行う。
･小中学校を対象に教育・研修プログラムの開発と広く展開するための発信手法の検討を行う。
･地域住民を対象に防災リテラシーを向上させるためのワークショップの実施方法の検討を行う。
･地域住民を対象に防災リテラシー向上のためのワークショップの発信手法の検討を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は富士北麓地域の市町村の小中学校で富士山噴火警戒レベル3を想定した引渡し訓練を実施し、小中学校をハブとした火山防災の周知を展開した。また、訓練後のアンケート調査の機会を利用し、避難対象エリアを避難のタイミングに関するアンケートを実施し、保護者の多くで噴火警戒レベル3＝避難の認識を持っていることなどを把握した。このため、引き続き富士山噴火警戒レベルの理解とそれぞれのレベルにおける対応に関する周知が必要であることが分かった。
また、中学校での富士山版クロスロードの展開においても今年度は火山灰に関するクロスロードの設問を作り、検証を行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

富士山版クロスロードにおいて、DPRI12との連携を図り、展開することができた。引き続き「大規模火山噴火」グループのDPRI12や富士山研の研究課題のメンバーと連携を図り、研究を進める。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

久保智弘,2026,特別研究 「効果的な火山防災マップのあり方に関する研究」、山梨県富士山科学研究所研究報告書, 査読無, 謝辞無

査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

岡田夏美, 矢守克也, 吉本充宏久保智弘,2025,火山防災教育のためのクロスロードの効果に関する評価指標の検討ー富士山版クロスロードの開発ー，災害情報学会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

富士北麓において、引き続き小中学校を中心に学校防災対策の支援を通じて、効果的な防災教育の実施方法や実践的な防災訓練の実施方法について研究を進める。また、富士河口湖町で実施しているジュニア防災士講座なども通じて、地域の防災を担う児童生徒や地域の防災リーダーの育成が可能となる教育・研修プログラムの開発と発信手法の研究を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山梨県富士山科学研究所 富士山火山防災研究センター

他機関との共同研究の有無：有

矢守克也（京都大学防災研究所）, 佐藤史弥（山梨大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：山梨県富士山科学研究所　富士山火山防災研究センター
電話：0555-72-6211
e-mail：fujisanken@mfri.pref.yamanashi.jp
URL：https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：久保智弘
所属：山梨県富士山科学研究所　富士山火山防災研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：MFRI02

（1）実施機関名：

山梨県富士山科学研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）富士山の噴火履歴およびマグマ供給系の解明に資する研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

富士山の噴火事象系統樹を精緻化するために、詳細な噴火履歴およびマグマ供給系の描像が必要である。特に、溶岩流に比べてテフラ層に関しては層序対比が未確立なものが多く、個々の噴火に関しても噴火実態（噴火規模、噴火様式、噴火推移など）が不明なものが残されている。マグマ組成については、噴出物化学組成の分析データ量に偏りがあるなどの問題があり、富士山全体のマグマ組成の特徴を網羅できていない。本課題ではこれらをふまえ、前建議課題から引き続き、テフラ層序の確立や年代未詳の噴出物の年代決定、個々の噴出物の物質科学的解析を実施することにより、噴火履歴を高精度化する。また、噴出物の化学分析および既存データの収集・解析をおこない、マグマ供給系解明に向けた基礎情報を獲得する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

山麓の地質調査およびトレンチ調査を実施し、須走期（過去5600年間）のテフラ層序を再検討する。その際、テフラの多角的データ（挟在する土壌の年代測定、全岩化学組成、粒子形状など）を収集し、定量的指標によりテフラ対比をおこなう。前建議課題では、これら指標を用いて北東麓の主要テフラ層序がほぼ確立できたため、同様のデータ取得および対比を北東麓以外の地域で進める。個々の堆積物に関しても、より詳細な分析をおこない、噴火の実態解明に取り組む。また、富士山全体の活動期（10万年前以降）に関して、既存研究の噴出物データ（全岩および鉱物化学組成など）を集約するとともに、微量元素組成等の追加分析をおこない噴出物データセットを構築する。組成データの多変量解析結果も補足的に用いて、マグマの特徴を把握する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

富士山北西麓に位置する最大の側火山である大室山の噴出物（降下スコリア層）中に見つかった白色軽石を分析した。同軽石は長径約8 cm、短径約5 cmの楕円形であり、周囲のスコリア（径2～3 cm）

より大きく、表面には黒灰色のスコリアがわずかに付着している。全岩SiO_2量（100%換算）は76.9 wt. %で、これまで富士山の噴出物において報告された全岩化学組成の中で最もSiO_2に富み、宝永噴火最初期に噴出した白色軽石の石基ガラス組成（Yoshimoto et al., 2004）や斑レイ岩捕獲岩の粒間メルト組成（石橋ほか, 2020）と同等である。白色軽石の石基が発泡のよいガラスであることから、玄武岩質マグマによって浅部マグマが部分溶融・発泡した、あるいは溶融・発泡した浅部マグマが玄武岩質マグマに捕獲された可能性が考えられる。また、大室山の噴出物から、角閃石斑晶に富む捕獲岩（径約4 cm）も見つかった。同捕獲岩の全岩化学組成（100%換算）は、SiO_2=60.4 wt. %、TiO_2=0.67 wt. %、MgO=3.14 wt. %であり、先小御岳火山の全岩化学組成（Yoshimoto et al., 2010）と一致する。このことから、先小御岳火山の山体が大室山噴火の火道周辺に分布し、噴火時に取り込まれたと考えられる。

富士山の山頂噴火について再検討を進めており、山頂付近の2地点（剣ヶ峰、大日岳）から採取した剣ヶ峰噴出物の分析を実施した。これらは斑晶鉱物として斜長石、カンラン石を含み、一部に少量の輝石を伴う。全岩化学組成はSiO_2-TiO_2図やSr-Y図で組成が明瞭に異なることから、別々の噴火に由来する可能性が高い。さらに、山麓テフラ層と比較すると、剣ヶ峰のサンプルは約1,200年前のテフラ層と全岩化学組成が一致した。先行研究では剣ヶ峰噴出物は山麓の湯船第二スコリア層（約2,300年前）に対比されているが、本研究結果から約1,200年前にも山頂噴火が起こっていた可能性が示唆される。

富士山のテフラ層序の再検討のため、かつての模式露頭である太郎坊（御殿場口新五合目）で重機トレンチ調査を実施した。先行研究で報告されているS-10～Hoまでの連続したテフラ層序を確認することができ、分析および年代測定を現在進めている。

同トレンチにおいて、富士山頂起源のサブプリニー式噴出物と考えられるS-17’（銀明水噴出物）を採取し、斑晶、石基ガラス、メルト包有物のEPMA分析と、貯留条件の推定を行った。本噴出物の石基ガラスおよびメルト包有物は、玄武岩質安山岩であり、斑晶として、斜長石、カンラン石、単斜輝石を含む。ほとんどの斑晶はメルトと共存しうる。これらの鉱物が同時に飽和するメルトの化学組成が、温度・圧力に敏感であることを利用して（OPAM温度圧力計）、マグマ貯留条件を推定した。その結果、圧力2.0±1.1 kbar（深さ7.5±4.0 km）、温度1054±12℃を得た。これは、富士山の主要なマグマ溜まり（約20 km）よりも有意に浅く、銀明水噴火では、マグマは低温の浅部マグマ溜まりから供給されたと考えられる。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「関連の深い建議の項目」である5(5)に関連して、富士山の長期的活動を評価するための噴出物の層序、年代、化学組成などの基礎データの収集と分析が進められている。今後も他機関と連携してデータ蓄積を継続していく。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

亀谷伸子・吉本充宏・渡部将太・西澤達治・藤井敏嗣・安田 敦, 2025, 富士山の最新期山頂噴火の再検討, 日本火山学会秋季大会, P39

渡部将太・長谷川 健, 2025, 三宅島火山，水溜りマール内の火砕丘の年代および岩石学的特徴, 日本火山学会2025年度秋季大会, P49

亀谷伸子・吉本充宏・安田 敦, 2025, 富士山大室スコリア層から見つかった白色軽石, 日本地球惑星科学連合2025年年次大会, SVC33-P08

渡部将太・長谷川 健・及川輝樹・下司信夫・長井雅史, 2025, 三宅島火山における約4,000～2,300年前の噴火史とマグマ供給系, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC34-08

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和7年度に引き続き、地質調査および化学分析等をおこなう。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山梨県富士山科学研究所 富士山火山防災研究センター
他機関との共同研究の有無：有
安田敦（東京大学地震研究所）, 岩森光（東京大学地震研究所）, 中村美千彦（東北大学理学研究科）, 嶋野岳人（鹿児島大学理工学域理学系）, 田島靖久（日本工営株式会社中央研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：山梨県富士山科学研究所 富士山火山防災研究センター
電話：0555-72-6211
e-mail：fujisanken@mfri.pref.yamanashi.jp
URL：https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/index.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：亀谷伸子
所属：研究部 富士山火山防災研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：MFRI03

（1）実施機関名：

山梨県富士山科学研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）富士山の地球物理学的火山観測
（英文）

（3）予算配分額：

全期間での配分予定額：該当しない
令和７年度の配分予定額：該当しない

（4）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（5）その他関連する建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題においては、富士山噴火からの逃げ遅れのない避難に資する観測項目の整備とデータの流通を目指す。富士山は広い火口想定域のどこから噴火するか直前までわからないという特徴があり、このことが富士山の火山防災上の大きな問題となっている。この問題について、地球物理学的な諸現象の観測によりいち早い火口位置の特定ができれば、噴火の早い段階で避難するべき人数をかなり絞り込むことができる。そのため予兆を捉えるための多角的な観測研究として深部低周波地震の波形タイプによるグルーピングや重力変化のモニタリングに取り組み、火口位置早期特定のための観測として小アレイ観測手法を取り入れた空振観測に取り組む。いずれも５ヵ年の計画として、実際の火山活動の活発化に際し有用なデータを得るに足る観測・解析体制の強化を目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

重力観測については５ヵ年を通してデータの取得と蓄積を進め、ノイズ除去と観測精度向上のための取り組みを進める。特に降雨等陸水の影響による重力擾乱除去については、関係各機関との協力をしながら、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）から継続して実施していく。まずは気象観測に取り組み研究所及び４合目の連続観測データの差分と降雨の関連についての解析を進める。また、連続観測データによる潮汐パラメータ決定等を通して重力観測の精緻化を図る。空振観測についてはまず観測点選定のための調査を行い、空振観測網の部分構築を行う。設置以後はデータの取得と蓄積を進めつつ、必要に応じて観測網の拡充や観測点の再配置などを行う。より実践的な火口位置早期特定を実現するために、噴火と同様に山中で発生するスラッシュ雪崩や落石などのハザードに焦点を当てて観測と解析を行う。地震観測についてはまず深部低周波地震の波形分類および波形タイプごとの特徴の抽出、地震観測点の設置を行う。波形タイプの特徴抽出では、富士山における過去の長期波形データに基づき、深部低周波地震の波形分類を行い、タイプごとの波形の特徴、発生過程、震源、活動推移に関する解析を行う。その後、震源決定精度の向上のために、新たな地震計の設

置場所の選定および観測を行う。

（8）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

◆重力観測

重力観測においては、富士山重力観測網における年次での絶対重力観測を実施した。絶対重力観測は2018年より毎年実施されており、2023年からはより富士山から離れた都留文科大学図書館内に基準点を新設し測定を開始したが、今年度はスケジュールの都合で都留文科大学での測定は実施していない。2022年からのMFRI-W観測点（富士山科学研究所重力点）とSL5ST観測点（>スバルライン5合目重力点）の重力値を比較すると、今年度の測定結果が最も低い重力値を示しており、昨年との比較でMFRI点で15μGal、SL5ST点で30μGalの重力減少が観測されている。今年度の降水量の少なさから河口湖の水位が低下しており、この水位低下を説明できる自由地下水面の低下をシミュレーションすると、富士山のかなりの高標高域まで自由地下水が存在するモデルによって観測データが説明できることがわかった。

降水による重力寄与については、気象観測データから富士山全域に常に均一に降雨があるわけでは無いことが確認できるため、各観測点に対して、富士山のどの地域への降雨が大きく影響するかを計算により評価した。今後多点展開した気象観測点の降雨データとこうした評価計算結果に基づいた降雨補正に繋げる。

◆空振観測

昨年に引き続き、小アレイを活用した火口早期特定のための観測点展開のための様々な取り組みを実施した。様々な地点における試験観測によりノイズレベルの低い観測環境を見極める取り組みや、花火、落石、自衛隊の演習や火球、スラッシュ雪崩等様々な現象を捉えるための観測により、今後観測点の選定を進めていく上での基礎データを収集した。また、DASを活用した>観測の試みも昨年に引き続き実施した。宝永火口における落石観測では、落石の軌跡、供給源を推定することができており、小アレイ観測によりシグナルの到来方向が高い精度で実現できていることが確認できた。花火の観測においては規模に依存するものの、最も遠い場所で８km程度離れた観測点においても観測できたことを確認した。

◆地震波形解析

富士山直下海抜下15kmの深さで発生している深部低周波地震について、引き続き波形分類を進めた。波形に基づき分類したイベントの震源位置を精度良く決定することで今後の議論をクリアにするため、DoubleDifference法による震源再決定を行った。発震機構の推定として、各波形グループにおけるP・S波エネルギー比の平均値に基づく発震機構推定（Ikegaya and Yamamoto, 2021）を採用している。また、富士山周辺で発生した通常の構造性地震を用いた観測点増幅特性の補正を行った。震源再決定により深さ方向の精度が向上し、分布範囲が狭まった。また、水平方向にもよりまとまった分布となり、半弧状に分布している様子が見えてきた。発震機構については波形分類グループ間の差異が認められなかった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究課題は関連の深い建議の項目として「大規模火山噴火」を挙げている。特に富士山は爆発的な噴火が発生した際には首都圏への多大な影響が懸念されており、本研究課題において取り組んでいる、空振観測による噴火および火口位置の即時特定の実現とそのための観測システムの構築は、災害対応において初動を大いに助ける技術開発となっている。また、火山下で発生している深部低周波地震の分類やその発生メカニズムに関する議論は、火山性地震の発生様式が変化したことをいち早く検知することを通じて、防災上のリードタイムを確保できることにつながる。重力観測についても、現在その観測精度を高度化する取り組みを実施しており、噴火前の多角的な観測情報を得るメソッドの開発を通じて災害の軽減に貢献するアウトプットに繋がるものである。

（9）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

３２．今西祐一，池田博，本多亮，三浦哲，名和一成，西山竜一，風間卓仁，若林環，山本圭吾，「iGrav超伝導重力計を可搬型相対重力計として用いる試みについて」，測地学会誌，71，34–42，2025．, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

本多亮，「富士山における重力の降雨応答」，2025年度大規模噴火総合研究グループ研究集会，2025年8月．

本多亮，「富士山における陸水による重力寄与の検討」，大規模噴火総合研究グループ研究集会，2025年12月．

本多亮，富士山重力観測点における降雨応答のシミュレーション」，日本測地学会第144回講演会，P24，2025年10月．

山河和也，本多亮，池谷拓馬，吉本充宏，草茅太郎，依田幸英，小尾章，岡田航暁，大井拓磨，鈴木彩水，大井涼平，「花火を対象とした架空ファイバーによる空気振動の計測可能性の調査」，地球惑星科学関連学会2025年連合大会，STT42-P11，2025年5月．

池谷拓馬，行竹洋平，山河和也，本多亮，吉本充宏，「波形分類を用いた富士山深部低周波地震活動の高分解能把握」，地球惑星科学関連学会2025年連合大会，SVC32-P18，2025年5月．

小田雄大，風間卓仁，本多亮，三浦哲，「2022年トンガ火山噴火の大気波伝播に伴う大気荷重変動と重力変化」，地球惑星科学関連学会2025年連合大会，SGD03-P17，2025年5月．

山河和也，池谷拓馬，本多亮，「2024年4月9日、富士山北西斜面で発生したスラッシュ・フローに関連する地震動等の観測調査」，地球惑星科学関連学会2025年連合大会，HDS07-P13，2025年5月．

池谷拓馬，山河和也，本多亮，「富士山における土石流およびスラッシュ雪崩に伴う地震波振動特性の時間的変動」，地球惑星科学関連学会2025年連合大会，HDS07-P12，2025年5月．

（10）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（11）令和８年度実施計画の概要：

令和８年度は引き続き重力観測・空振観測・深部低周波地震観測波形解析を進める。

重力観測については、富士山科学研究所の絶対重力計FG5のレーザー装置新規導入を実施する。FG5は米国Winters社のレーザーにより運用する製品であるが、国産レーザーによる可動を試み、国内の他のFG5との並行観測等によりその評価を実施していく。実現すればメンテナンス性が向上し、国内の絶対重力測定の促進につながる。

空振観測についてはDASの試験運用を行いつつ、引き続き火口位置の即時推定のための観測デザインやシステムの設計を進める。

重力点解析については、機械学習による波形分類の再評価も考慮しつつ、深部低周波地震の発生メカニズムについて検討する。

（12）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山梨県富士山科学研究所富士山火山防災研究センター

他機関との共同研究の有無：有

東京大学地震研究所, 産業技術総合研究所, 京都大学理学部

（13）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：山梨県富士山科学研究所富士山火山防災研究センター

電話：0555726211
e-mail：fujisanken@mfri.pref.yamanashi.jp
URL：https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/

（14）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：本多亮
所属：研究部富士山火山防災研究センター
電話：0555726211
FAX：
e-mail：honda@mfri.pref.yamanashi.jp

令和７年度年次報告

課題番号：NAB_01

（1）実施機関名：

奈良文化財研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）考古・地質・歴史資料による地形発達と地質表層部-深層部応答にみる災害発生メカニズム分析と歴史災害痕跡データベースの拡充構築

（英文）Disaster occurrence mechanism analysis based on geomorphological development and geological surface-deep layer response using archaeological, geological and historical materials, and expanding construction of Historical Disaster Evidence Database

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
イ. 考古データの収集・集成と分析

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
イ. 内陸地震の長期予測
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、以下の6点を目標として挙げる。
1）全国における考古発掘調査に伴って検出される災害痕跡のデータベースの拡充更新
2）史資料災害痕跡記録の「歴史災害痕跡データベース」での表示件数の拡充
3）考古資料－史資料対比による過去の被災実像の検証
4）地質資料による地殻構造および地形発達史の「見える化」フローの構築
5）考古資料－地質資料対比による地質表層部－深層部応答分析による災害発生メカニズムの検討
6）統合的検索に向けたデータベースの拡充
7）地方公共団体等によるデータベース入力の推進
8）歴史災害痕跡データベースによる地域災害履歴の「見える化」と地域ハザード理解の深化への貢献

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題5か年の到達目標のうち、1）～3）、および7）は、5か年を通じて継続的に調査・研究を進めていく。2）史資料災害痕跡記録の「歴史災害痕跡データベース」での表示件数の拡充については、東京大学史料編纂所ならびに地震火山史料連携研究機構と連携して進める。また7）地方公共団体等に

よるデータベース入力の推進については、現在、兵庫県を中心に入力方法やセキュリティーの検討を進めており、一定の成果が得られるようになった段階で全国への普及を進めていく予定である。

令和6年度は、4）地質資料による地殻構造および地形発達史の「見える化」フローの構築に向けてBIM/CIM技術の導入を進め、海岸平野としては大阪平野を、盆地としては京都盆地、奈良盆地の地質資料を用いて、基本的な地殻構造や地形発達モデルの構築を進める。令和7年度以降は、さらに「地殻活動の機動観測を通じた内陸地震に伴う災害の軽減に関する総合的研究【DPRI10】」と協力し、DASによる地震動測定や機動観測成果からこれらのモデルの精度を高める。また5）考古資料－地質資料対比による地質表層部－深層部応答分析による災害発生メカニズムの検討も、地殻構造や地形発達モデルが修正し始める令和7年度から本格的に進める。くわえてこれらのデータ群を歴史災害痕跡データベースで統合検索するためのレコード項目の設定や表示方法の検討を進める。

令和8年度以降については、令和7年度までに進めた考古、地質、歴史資料データを登録、統合検索するためにデータベース構造の拡充を始める。同時に地殻構造や地形発達に関わるデータも外部から入力できる入力システムの拡充も継続的に進める。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度はまず【課題１）】および【課題6）】の達成向け、「遺跡災害情報ポータルサイト」（https://www.nabunken-pd.jp/）を創設し、本課題で扱う2つの情報サイトである「歴史災害痕跡データベース」（https://hde-gis.nabunken.go.jp/eod/）と「全国遺跡出土地震痕跡データセット」（https://hde-gis.nabunken.go.jp/eoe/）の統括サイトとした。そのうえで、「歴史災害痕跡データベース」は、全国の埋蔵文化財調査（考古発掘調査）で取得される1）遺跡概要（調査位置、遺構形成時期、地形要素など）、2）表層地質情報（災害痕跡情報、堆積物組成、層序など）、そして3）典拠（書誌）情報を網羅的に掲載し、地図上でそれらを確認できるGIS型データベースとして位置付けた。一方、「全国遺跡出土地震痕跡データセット」は、奈良文化財研究所が運用する、「全国文化財総覧」に掲載された全文検索を可能とする調査報告資料に対して、地震痕跡キーワードの検索をおこない、該当資料について調査位置、地震痕跡種類、さらに書誌情報などをデータ化した、「歴史災害痕跡データベース」の簡易版として位置付け、一般利用が容易なCSV形式データセットとして令和6年度に引き続き公開することとした。

2つの情報サイトのこのような位置付けは、「歴史災害痕跡データベース」が過去の災害メカニズムや被災実像を解明する情報基盤として、極めて詳細な情報群をデータ化するだけでなく、大きな特徴でもある「災害痕跡が検出しない調査地点」についてもデータ化し、表層地質ハザードの「見える化」を行う一方で、その作業量から情報網羅地域がなかなか拡がらなかった課題を受け、1つの調査地点（1レコード）当たりのデータ項目数を抑え、作業時間を短縮した「全国遺跡出土地震痕跡データセット」でデータ化地域の拡大を目的としたためである。

それぞれの情報抽出精度は異なるものの、結果としてこれまで具体的に認識されなかった、社会インフラが展開する地表付近において、地震災害の濃淡の存在が、災害痕跡のなかから新たに明らかとなってきた。

「歴史災害痕跡データベース」からの成果は、京都盆地西南部の樫原断層や光明寺断層が分布する長岡宮・京跡周辺域に加え、奈良盆地東縁断層帯が分布する奈良盆地北部、平城宮・京跡周辺における地震痕跡の分布として得られた。長岡宮・京跡周辺域の成果は、Murata（2022）の研究を継続したもので、当初1,915地点であった調査地点を2,823地点まで増やし、より地震痕跡の分布傾向が明確になった（Ebina *et al.*, 2025）。さらに平城宮・京跡周辺の成果では、平城宮・京跡の発掘調査成果を中心に、計538地点の調査結果から地震痕跡を抽出し、人工改変が著しく原地形がほぼ遺存しない、奈良盆地東縁断層帯南側における地震痕跡の分布傾向を捉えた（村田、2025a；2025b）。いずれの成果においても、A）地震痕跡が断層の延長上に集中する傾向と、B)軟弱地盤が広がる沖積平野において地震痕跡の分布は一様ではなく粗密があり、C）分布集中帯は一定方向に延伸して分布する傾向が認められた（図1）【課題8）】。また地震痕跡の形成時期についても、遺構構築時期からa）弥生時代中期、b）弥生時代末～7世紀後半、c）8世紀末（9世紀）～12世紀後半、d）13世紀～14世紀初頭、e）14世紀以降に集中する傾向も見えてきている【課題4）、5）、8）】。

一方、「全国遺跡出土地震痕跡データセット」からの最も大きな成果は、全国47都道府県での掲載数が1,940地点（2025年5月）であったものが、6,591地点（2026年1月）と大幅に増えた点が挙げられる（2026年3月公開予定）【課題１）】。これにより、表層地質中の地震痕跡の分布が捉えられるよう

になってきた。そこには大きく2つの傾向が「見える化」し始めている。1つは断層帯付近に地震痕跡が集中する特徴で、分布全体の7割近くを占める。これは寒川氏の指摘（例えば、寒川、1995など）もあり、十分予想される分布である。その一方で、およそ3割近くの地震痕跡が、断層帯とは離れて沖積平野の一部に集中して分布する傾向が全国で確認された。未知の断層の存在も推定されるが、大阪－河内平野の事例などをみると、それらの集中帯は、完新世の相対的海水準変動（いわゆる縄文海進）によって形成された海岸地形付近に集中するようにみえる（図2）。しかもその変動に伴う地形形成画期ごとの推定海岸線全体に分布するのではなく、地域的な偏りがみられることから、単純な地形形成要素だけでなく、地質中のなんらかの構造が、表層地質の脆弱性を促していることが推定される。
現段階の観測結果からは、あくまで予察の域を出ない部分が多いが、文化財DXを防災科学に接続するための方法論的出発点を提示した意義は大きく、考古資料に対する観測方法の標準化、定量化を継続することで考古学を、過去を語る学問から、未来のリスクを示す学問へ転換することが十分可能であるということを示すことができたといえる。

参考文献
Ebina, Y., Yamanaka, Y., Murata, T., Kano, Y., and Katagiri, A., 2025, ‘Elucidating Earthquake and Volcanic Phenomena Based on Japanese Historical and Archaeological Data’. JDR Vol.20 No.2 pp.160-169. doi: 10.20965/jdr.2025.p0160.
村田泰輔、2025a、「奈良盆地北部における地震痕跡の分析による歴史地震像の再構築 －平城宮・京跡発掘調査成果を中心とした検討－」。季刊考古学（173）、6、pp.35-38。
村田泰輔、2025b、「考古・地質・歴史資料による地形発達と地質表層部－深層部応答にみる災害発生メカニズム分析と歴史災害痕跡データベースの拡充構築」。考古学ジャーナル、818、pp.35-44。
Murata, T., 2022, The Construction of the Historical Disaster Evidence Database and its Effectiveness’. JDR Vol.17 No.3 pp.420-429. doi: 10.20965/jdr.2022.p0420.
寒川旭、1995、「阪神・淡路大震災と兵庫県の地震考古学」。ひょうご考古、1、pp.1-14。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本課題の「関連の深い建議の項目」は、「1-（1）イ. 考古データの収集・集成と分析」となり、本課題の目的そのものであることから、課題の遂行は、すなわち当該項目の目的達成にむけた内容となる。今後は、「（６）本課題の５か年の到達目標」で掲げた通り、8つの課題の遂行ならびに拡張・深化を進めるが、特に歴史資料との統合検索を強化し、過去の災害実像の解明に向けた情報基盤の形成を加速させる予定である。

「その他関連する建議の項目」としては、「1-(2)低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明」、「2-(1) ア. プレート境界巨大地震の長期予測」、「2-(1) イ. 内陸地震の長期予測」、さらに「5分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究」のうち「（1）南海トラフ沿いの巨大地震」、「（4）内陸で発生する被害地震」、「（5）大規模火山噴火」を挙げた。これらの項目とは、現段階では具体的な成果はまだ出てきていないものの、現在、データベースならびにデータセットを各課題で活用できるよう、基盤データの提供方法を拡充するなど、それぞれの項目構成部会との連携を深めることにより対応を計っており、今後はその方針を加速化する予定である。具体的には、DPRI10と連携した地質表層部－深層部の応答性についての検討や、平城宮跡で準備しているGPR等の探査成果と災害痕跡分布の応答性の検討、発掘調査で検出する火山噴火痕跡のデータセット構築、さらにNAB02との連携による歴史資料と考古資料の連携研究方法の検討を進める。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ebina, Y., Yamanaka, Y., Murata, T., Kano, Y., and Katagiri, A., 2025, ‘Elucidating Earthquake and Volcanic Phenomena Based on Japanese Historical and Archaeological Data’. JDR Vol.20 No.2 pp.160-169. doi: 10.20965/jdr.2025.p0160., 査読有, 謝辞有

村田泰輔、2025a、「奈良盆地北部における地震痕跡の分析による歴史地震像の再構築 －平城宮・京跡発掘調査成果を中心とした検討－」。季刊考古学（173）、6、pp.35-38。, 査読有, 謝辞有

村田泰輔、2025b、「考古・地質・歴史資料による地形発達と地質表層部－深層部応答にみる災害発生メカニズム分析と歴史災害痕跡データベースの拡充構築」。考古学ジャーナル、818、pp.35-44。, 査読無, 謝辞有

村田泰輔、2025、「発掘調査成果から取り組む防災・減災－特集 大震災と考古学―阪神・淡路大震災から30 年」。第４回 日本災害・防災考古学会 研究会資料・予稿集、pp.57-72。doi：10.24484/sitereports.143797., 査読無, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

村田泰輔、「発掘調査成果から取り組む防災・減災－特集 大震災と考古学―阪神・淡路大震災から30年」、第４回 日本災害・防災考古学会（オンライン開催）。doi：10.24484/sitereports.143797.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和7年度に進めた「歴史災害痕跡データベース」および「全国遺跡出土地震痕跡データセット」のデータ拡充を継続すると共に、歴史資料との統合検索を見込んだ検索システムの更新を行う。さらに兵庫県まちづくりセンターと進める、地方公共団体等からの直接データ入力のためのインターフェースについてβ版に移行し、複数の県埋蔵文化財センターとの協力体制を構築し、一般運用に向けた調整を行う。

「関連する建議の項目」、「その他関連する建議の項目」との連携として、具体的には、DPRI10と連携した地質表層部－深層部の応答性についての検討や、平城宮跡で準備しているGPR等の探査成果と災害痕跡分布の応答性の検討、発掘調査で検出する火山噴火痕跡のデータセット構築・公開、さらにNAB02との連携による歴史資料と考古資料の連携研究方法の検討を進める。

また研究の基本指針として、文化財DXを防災科学に接続するための方法論の強化を図るため、考古資料を用いた災害痕跡観測方法の標準化、定量化の開発を継続し、考古学を、過去を語る学問から、未来のリスクを示す学問へ転換することを目指す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

村田泰輔（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）, 馬場基（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）

他機関との共同研究の有無：有

加納靖之（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 杉森玲子（東京大学史料編纂所）, 榎原雅治（東京大学史料編纂所）, 蝦名裕一（東北大学災害科学国際研究所）, 宮澤理稔（京都大学防災研究所地震災害研究センター）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：国立文化財機構奈良文化財研究所埋蔵文化財センター遺跡調査技術研究室
電話：0857-30-6848
e-mail：murata-t5j@nich.go.jp
URL：https://www.nabunken.go.jp/info/contact.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：村田泰輔
所属：国立文化財機構奈良文化財研究所埋蔵文化財センター遺跡調査技術研究室

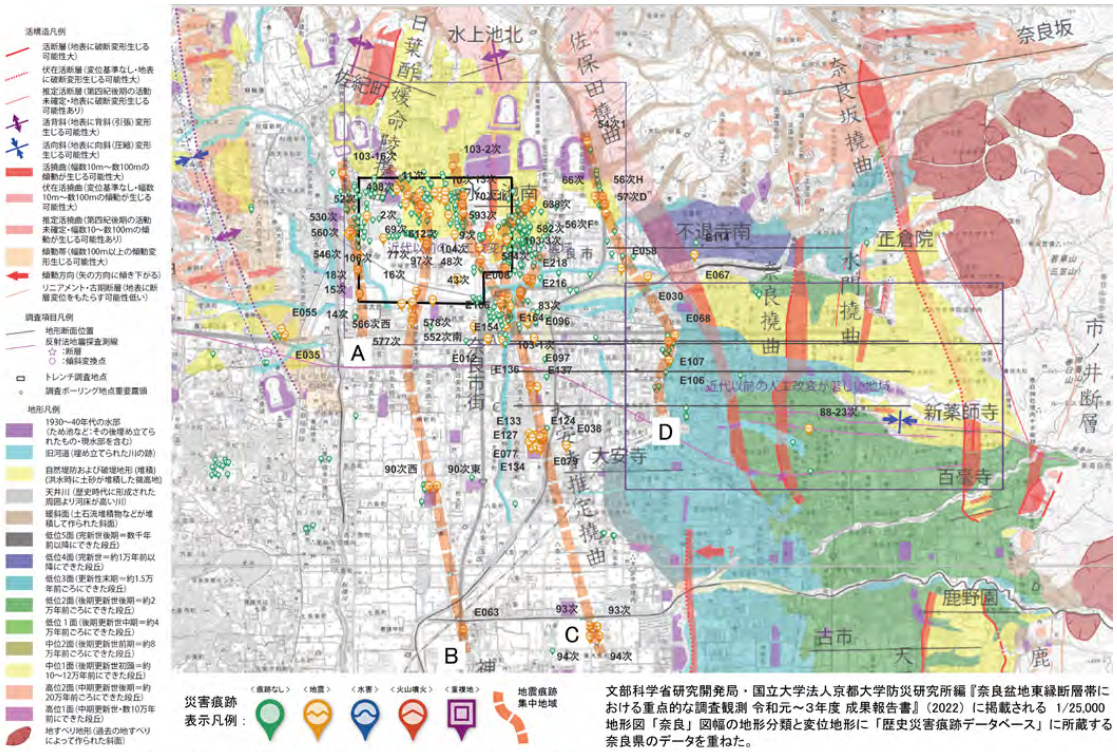


図１ 発掘調査で検出した地震痕跡および調査地点と奈良盆地北部の地形分類および変位地形の分布

図1　発掘調査と地震痕跡検出地点および奈良盆地北部の地形分類と変位地形の分布
文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学防災研究所編 『奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測 令和元～３年度成果報告書』（2022）に掲載される1/25,000地形図「奈良」図幅の地形分類と変位地形に「歴史災害痕跡データベース」に収録する平城宮・京跡の発掘調査地点および検出地震痕跡地点のデータを重ねた。

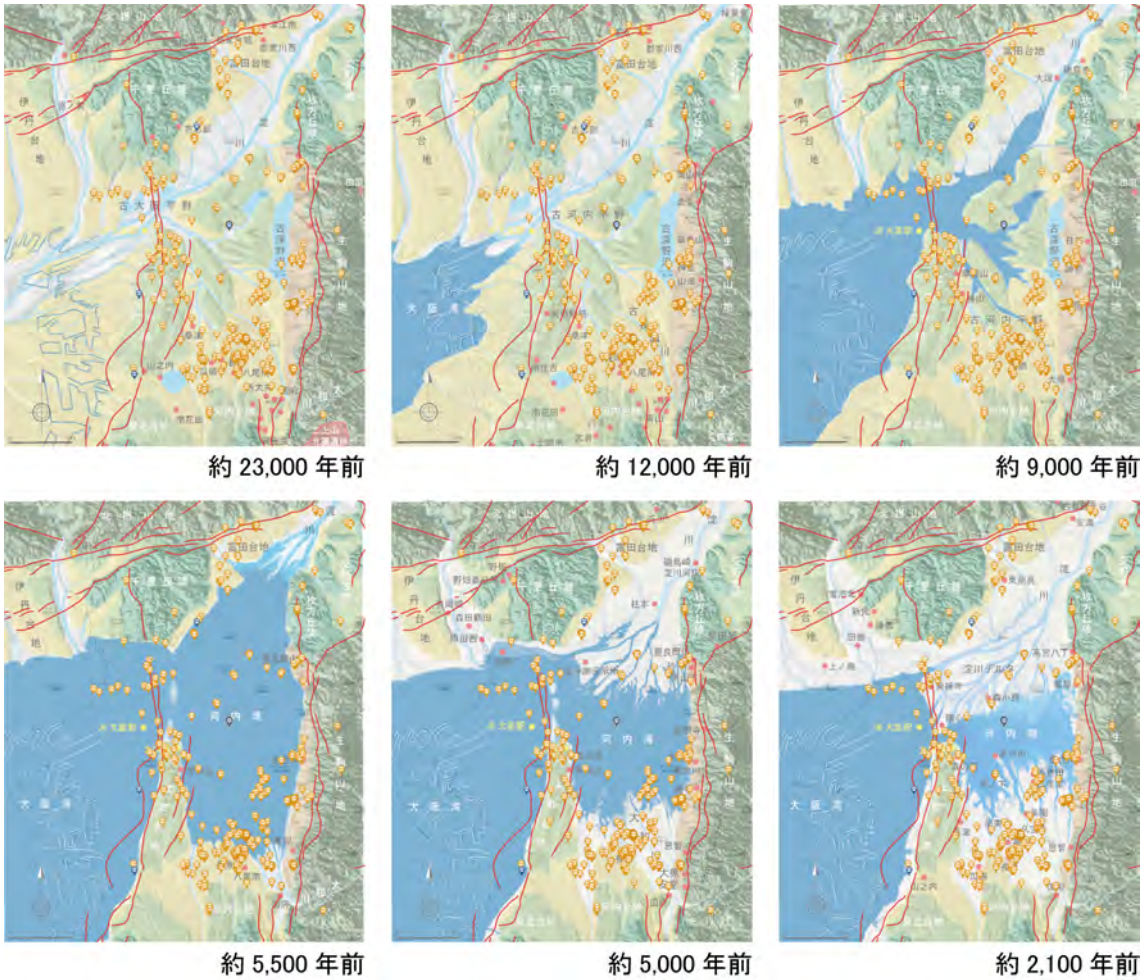


図 2　古大阪湾・河内湾の復元図と災害痕跡検出遺跡の分布
【凡例】 黄色：地震痕跡、 青色：津波痕跡、 赤線；活断層

完新世の相対的海水準変動（縄文海進）による陸水域の変遷模式図（大阪市文化財協会、2008）を基盤地図に、活断層の分布（地震本部、2026）と、遺跡検出地震痕跡、津波痕跡（奈良文化財研究所、2026）の分布を重ねた。

参考資料

大阪市文化財協会編（2008）『大阪遺跡－出土品・遺構は語る　なにわ発掘物語』創元社
地震本部「近畿地方の地震活動の特徴」（https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_kinki/）（2026 年 2 月 11 日）
奈良文化財研究所「全国遺跡出土地震痕跡データセット（大阪府）」（https://hde-gis.nabunken.go.jp/eoe/）（2026 年 2 月 11 日）

図2　古大阪湾・河内湾の復元図と災害痕跡検出遺跡の分布
【凡例】　黄色：地震痕跡、青色：津波痕跡、赤線；活断層

完新世の相対的海水準変動（縄文海進）による陸水域の変遷模式図（大阪市文化財協会、2008）を基盤地図に、活断層の分布（地震本部、2026）と、遺跡検出地震痕跡、津波痕跡（奈良文化財研究所、2026）の分布を重ねた。

参考資料

大阪市文化財協会編（2008）『大阪遺跡－出土品・遺構は語る　なにわ発掘物語』創元社
地震本部「近畿地方の地震活動の特徴」（https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_kinki/）（2026年2月11日）
奈良文化財研究所「全国遺跡出土地震痕跡データセット（大阪府）」（https://hde-gis.nabunken.go.jp/eoe/）（2026年2月11日）

令和７年度年次報告

課題番号：NAB_02

（1）実施機関名：

奈良文化財研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震関連史料に基づく前近代の内陸地震の調査

（英文）Investigation of pre-modern inland earthquakes based on earthquake-related historical documents

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究課題の目標は、信頼性の高い史料に記されている地震被害や有感地震の記述を用いて、前近代に発生した内陸地震の震度分布図を作成し、現行の活断層の調査・研究成果や地震活動の観測データなどを組み合わせて、特定地域における過去の地震活動の実態を解明していき、内陸地震における新たな長期予測手法の開発に寄与することである。

本研究課題では、前近代における歴史地震研究の基礎である信頼性の高い史料が数多く現存しており、史料に記録されている被害地震の事例が多い京都や奈良を中心とする近畿地方の内陸地震を主な対象とする。本研究において基本となるのは、歴史地震研究に有用な信頼性の高い史料の調査・収集・分析であり、それに基づいた史料データ、位置データ、震度データといったデータセットと震度分布図の作成である。

本研究の最初の2年間については、前近代の京都・奈良に大規模な被害を及ぼした複数の歴史地震を対象として、史料の調査・収集及び、信頼性の高い史料に基づいたデータセットと震度分布図を作成していく。これに活断層の調査・研究成果や現行の地震活動の観測データなどを組み合わせて、地震の規模や震央（震源）の位置を再検討する。次の2年間については、前近代の京都・奈良を中心としてその周辺にも大規模な被害を及ぼした複数の歴史地震を対象にして、上記のような研究を実施していく。最後の1年間については、前近代の京都・奈良とその周辺地域に小規模な被害を及ぼした複数の歴史地震を対象にして、これまでの歴史地震研究ではあまり検討されてこなかった中・小規模の地震についても、上記のような研究を実施していく。

これら複数の歴史地震に関する再検討の成果を用いて、前近代の近畿地方とその周辺地域における内陸地震の発生実態を解明し、当該地域における地震の長期予測の研究に資することを目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度ならびに令和7年度においては、前近代の京都・奈良に大規模な被害を及ぼした歴史地震について、史料の調査・収集を行い、信頼性の高い史料に基づき、複数の要素を用いた震度推定によって震度分布図を作成する。この震度分布図に活断層の調査・研究成果や現行の地震活動の観測データなどを組み合わせて、地震の規模や震央（震源）の位置を再検討する。

令和8年度ならびに令和9年度においては、前近代の京都・奈良を中心とした近畿地方における歴史地震について、史料の調査・収集を行い、信頼性の高い史料に基づいて、複数の要素を用いた震度の推定方法で震度分布図を作成する。対象範囲を京都・奈良の周辺地域にまで拡大し、活断層の調査・研究成果や現行の地震活動の観測データなどを組み合わせて、地震の規模や震央（震源）の位置の再検討を行う。

令和10年度においては、前近代の京都・奈良とその周辺地域に小規模な被害を及ぼした歴史地震について、史料の調査・収集を行い、信頼性の高い史料に基づいて、複数の要素を用いた震度の推定方法で震度分布図を作成する。研究事例の僅少な中・小規模の歴史地震についても、現行の地震活動の観測データなどを組み合わせて地震の規模や震央（震源）の位置の再検討を実施する。本研究課題で実施した歴史地震の再検討の成果を用いて、前近代における近畿地方とその周辺地域における内陸地震の発生実態を検討し、近畿地方とその周辺における地震の長期予測に資する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度は、前近代の京都・奈良に大規模な被害を及ぼした歴史地震のうち、江戸時代後期の文政十三年七月二日（グレゴリオ暦：1830年8月19日）に発生し、京都とその周辺地域に被害を及ぼした1830年文政京都地震（以下、本地震と称する）を対象として地震像を検討した。令和6年度に実施した本地震に関する予察的な検討を発展させて、従来よりも精緻な検討を実施するために、今年度は、信頼性の高い史料に基づいて新規に震度推定地点を作成してより詳細な震度分布図を作成し、グリッドサーチによる震源位置の検討及び断層モデルを設定した地震動計算に基づいて震源断層と規模を推定した。その結果、1830年文政京都地震は、京都西山断層帯を構成する越畑断層付近のMw（モーメントマグニチュード）6.1の地震であった可能性を提示できた。

以下では、今年度の研究における実施内容について具体的に説明していく。前年度と同様の方法を用いて、信頼性の高い史料の調査・収集と記述内容の分析に基づき、史料テキスト・位置情報・推定震度といった各種データから構成されるデータセットを新規に作成した。これによって、震度分布図の作成に必要な震度推定地点について、前年度の100地点（被害発生地点86、有感地点14）から163地点（同142、同21）に増やした。震度推定地点の増加によって、前年度よりも詳細な震度分布図が作成できたため、これに基づく本地震の震源断層や規模の推定について、従来よりも詳細な検討が可能になった。そこで今年度は、前年度の予察的な検討で実施した、断層モデルの設定と地震動予測式（司・翠川、1999）を用いた震度分布の計算だけではなく、グリッドサーチによる震源位置の検討を加えることによって、従来よりも確実度の高い方法を用いた検討を行った。

その結果、グリッドサーチに基づく本地震の震源位置は京都西山断層帯の神吉断層・越畑断層付近、同じく地震規模はMw6前半程度に制約されることが判明した。この位置に、地震調査研究推進本部による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」（地震調査委員会、2020）に基づいた震源モデルを設定し、統計的グリーン関数法により計算した地震動から評価される震度と、史料に基づく推定震度との比較から、本地震の震源断層と規模を推定した。これらの検討の結果、本地震については、京都西山断層帯の越畑断層付近に長さ16km、幅10km（Mw6.1）の断層モデルを設定した場合に、史料に基づく推定震度の分布を概ね良く再現できることがわかった。このような検討の結果は、先行研究である宇佐美編（2010）や宇佐美・他（2013）において提示されている、愛宕山の北西付近を震央とする規模M＝6.5±0.2の地震、という推定に近似したものとなっている。しかし、これらの先行研究では推定されていない本地震の震源断層に関して、グリッドサーチによる震源位置の検討及び断層モデルを設定した地震動計算に基づいて詳細に推定し、規模についてはMwで推定している点で、従来の研究よりも精緻な推定結果になっていると考える。

前近代の歴史地震に関する上記のような検討方法については、現時点においては最善のものと考えて実施した。この過程において、史料に基づく亀岡盆地での震度を過小に推定している可能性や、亀岡より西側の震度推定地点が少ないために断層モデルの北西部分を拘束できないなど、いくつかの課

題を見出せたため、今後はこれらの課題を解決しつつ、他の歴史地震の検討にもこのような方法を試みていきたい。

【参考文献】
地震調査委員会, 2020,「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」.

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

地震関連史料に基づく前近代の内陸地震の調査・検討によって、京都盆地周辺地域の活断層の活動度に関して、歴史地震に基づく新たな知見を提示することができ、今後の近畿地方おける地震の長期予測の評価に貢献できると考える。また、このような前近代の内陸地震に関する検討は、宇佐美・他（2013）や『理科年表』など既存の歴史地震カタログの修正を提案するものであり、歴史地震カタログの修正と改善によって、内陸地震の長期予測の高度化に寄与できると考える。

歴史地震カタログは、地震調査研究推進本部において実施されている主要な内陸活断層での地震発生可能性の長期評価に活用されており、政府・自治体・民間の地震防災対策においても重要な基礎資料となっている。そのため、本研究課題における史料の再検討に基づく震度分布図の作成と歴史地震の震央（震源断層）や規模の見直しの成果は、将来的に京都・奈良を含む近畿地方の地域防災計画へと反映され、今後の地震発生時における災害の軽減に貢献することができる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

西山昭仁・原田智也・石辺岳男, 1830年文政京都地震の震源断層の検討, 第42回歴史地震研究会（豊岡大会）, O-10.

原田智也・西山昭仁・石辺岳男, 京都・奈良で有感となる地震の震源・規模の検討, 第42回歴史地震研究会（豊岡大会）, P-01.

石辺岳男・西山昭仁・原田智也, 嘉永（安政）東海・南海地震前後の地震活動復元に向けた有感記録の抽出とその特性に関する検討 －『竹斎日記稿』を例として－, 日本地震学会2025年度秋季大会, S10-06.

西山昭仁・石辺岳男・片桐昭彦, 近世佐渡における被害地震の検討, 第13回歴史地震史料研究会（オンライン開催）.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度においては、今年度、1830年文政京都地震を事例として実施したように、歴史地震の震源断層と規模を推定するための新たな検討方法を用いて、前近代の京都に被害を及ぼした他の歴史地震を対象にして地震像の検討を行う。予察的な検討として、1662年寛文近江・若狭地震と1751年寛延京都地震を対象とし、地震関連史料の調査・収集と記述内容の分析に基づくデータセットの作成、データセットに基づく震度分布図の作成を実施する。また、今年度実施した上記の新たな検討方法についても、今後、適宜改良を進めていき、より確度の高い推定を実施できるように努める。このような前近代の歴史地震における検討結果を用いて、京都盆地とその近傍における活断層の活動度や、地震活動に関する検討に資する成果の提示を目標とする。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

馬場基（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）, 村田泰輔（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所
電話：0742306848
e-mail：murata-t5j@nich.go.jp
URL：https://www.nabunken.go.jp/info/contact.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：馬場基
所属：国立文化財機構奈良文化財研究所埋蔵文化財センター

令和７年度年次報告

課題番号：NGT_01

（1）実施機関名：

新潟大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）日本海沿岸地域を中心とした地震・火山噴火関連災害の解明のための史料収集と解析
（英文）Collection and analysis of historical documents for clarification of disasters related to earthquakes and volcanic eruptions on the coast of the Sea of Japan

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

1.日本海沿岸を中心とした地震・火山現象に関連する史料を各地の文書館・図書館等の史料保存機関で調査・収集し,新たな史料については翻刻・分析を行い,データベースの構築につとめる.2.史料の収集・分析にあたっては,災害発生前後の環境・地形・天候などにも意識を拡げ,地震・火山噴火が複合・連鎖する災害（積雪,融雪,降水などに伴う地すべりや洪水など）の発生メカニズムの解明に貢献する.3.従来重視されることの少なかった年代記や絵図,一枚摺などの史料にも注目し,地震・火山等の歴史災害研究に必要な新たな災害史料学の展開を試みる.4.これまでの研究で実施してきた事例の中から,日本海沿岸地域を中心とした地震関連災害の解明を重点的に行う.とくに日本海沿岸地域は冬期の積雪が多いことから,地震災害と積雪との複合災害について研究を推進する.5.収集・分析した史料に基づき,日本海沿岸地域で発生した内陸地震の震度分布図を作成する.また,震度分布図の作成に用いた史料・位置・震度などの各種データを活用し,内陸地震の規模や震央を再検討して内陸地震の長期予測に寄与する.6.同じ研究対象を歴史学・考古学・地理学の研究者等が共同で研究を行うことにより,地震・火山等災害研究において異なる学問分野の研究者が連携することの重要性を明示する.

（6）本課題の５か年計画の概要：

期間を通じて,日本海沿岸を中心とした地震・火山現象に関連する史料を各地の文書館・図書館等の史料保存機関で調査・収集し,新たな史料については翻刻を行う.また,歴史学・考古学・地理学の研究者が参加する研究会を開催し,各研究者が同じ研究対象を共同で研究する.令和6～9年度は,収集した史料を分析し,地震・火山等の災害記録として活用できるデータを抽出する.近代的な観測データとの比較・検討が可能となる総家数・倒壊家屋数・即死者数等が記載される良質な史料については被害表等を作

成する. 収集した災害関連の絵図については,絵図記載の文字の翻刻・トレース図の作成を行う.地震・火山噴火が複合・連鎖する災害（積雪,融雪,降水などに伴う地すべり・洪水など）の発生前後を知りうる史料についてはその推移を明示する.令和10年度は,年代記や絵図,一枚摺などを地震・火山等の歴史災害研究に活用する方法を提示する.また,過去の地震・火山等による複合災害・連鎖災害の発生メカニズムのモデルケースを提示する.そして,歴史学・考古学・地理学研究者等が共同で研究してきた成果を吟味し,異なる学問分野の研究者等の連携研究の方法を明らかにする.

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度（令和7年度）の成果の概要：主な成果は以下のとおりである.

1.日本海沿岸地域を中心とした地震・火山現象を解明するため,各地の史料保存機関に所蔵される史資料の調査と分析,既刊の地震・火山噴火史料集に所収される史料の原本調査に基づく校訂作業を実施した.

（1）1670年越後蒲原地震に関する史料の調査・分析

寛文10年5月5日（1670年6月22日）の地震について,30日余大地震があったと記される年代記『横越島旧事記』は越後国蒲原郡横越村に残る史料に基づいた記録であり信頼できることを明らかにした.また新発田藩の「御記録」の記事「五月五日　新発田大地震」は城下町新発田もしくは新発田藩領のどこかで大揺れがあったことを記録したものであること,『中蒲原郡誌』に記された「旧記」がいかなる史料なのかを確定することなしに記載された地震記事を使うことはできないことを明確にした.

（2）近世佐渡の記録・年代記の調査・分析

近世の佐渡の『佐渡国略記』（舟崎文庫）を史料学的に検討し,同書は相川町年寄の伊藤三右衛門3代にわたって記された同時代史料であることを確認し,享保11年（1726）～文化7年（1810）の42件の地震関連記事の内容は信頼できることを明らかにした.近世末期成立の『佐渡年代記』の地震関連記事の多くは『佐渡国略記』の記事を典拠にした可能性が高いとした.

（3）1779年佐渡の地震津波の有無の検討

安永8年11月10日（1779年12月17日）夜に佐渡,越後長岡,会津只見,江戸で大地震（強地震）とされる地震は,従来『佐渡年代記』に翌朝「登龍」によって大間町・濁川の町家が破損したという記事があることから,津波をともなう被害地震とされた．しかし,『佐渡年代記』が典拠とした『佐渡国略記』では地震とは別の箇条に「龍上り」と記されること,他の「龍上り」の記事は大風に関する現象と考えられることから,他地域の事例をふまえても「登龍」「龍上り」は地震津波でなく竜巻のことであることを明らかにした.

（4）1828年越後三条地震への村上藩の対応に関する検討

文政11年（1828）越後三条地震について村上城下（新潟県村上市）の年行事所日記等の史料を分析し,当時の村上藩は被災地救済金を城付領の豪農商に頼らざるを得ない状況であったこと,この三条地震は蒲原郡味方村（新潟市西蒲区）の窮民が村上城下まで流入する状況を引き起こしたこと,夏の水害による凶作に重ねて発生した複合災害であったことを明らかにした.

（5）1894年10月22日庄内地震の史料収集・分析

新潟県中蒲原郡女池村大字小張木（新潟市中央区）の逢坂類治の日記（新潟大学附属図書館所蔵）に記される明治27年（1894）10月22日の庄内地震記事の翻刻を行い,地震発生の午後5時50分から6時40分まで（史料のママ）5回の微震があったことを明らかにした.

（6）新潟測候所の1922～1926年「管内地震報告」の調査・分析

新潟測候所の「管内地震報告」控を一冊に綴じた1922～1926年の『管内地震報告　自大正十一年至大正十五年』所収の十日町森林測候所の地震観測情報と「月表原簿」の地震観測情報とを比較検討した.「月表原簿」の地震観測記録は「管内地震報告」に比して情報量は少ないが,地震の観測時刻の相異や「管内地震報告」には見られない独自の観測情報が含まれ,「管内地震報告」の地震観測情報の検討・補強に必要な資料として位置づけられることを確認した.

2．考古学および地形・地質の調査

（1）弥生時代における三陸地震津波の考古学的研究

弥生時代中期初頭（2300calBP）に仙台湾周辺で観察される集落の一斉衰退が災害に起因するものかについて分析した結果,前期末に営まれる大規模な集落が中期初頭に衰退し,短い中断を挟んで新たな集落が出現することを明らかにした.その際に仙台平野の水稲耕作が導入された可能性を指摘した.また,仙台湾岸の貝塚形成においても中断を挟むことから，この一斉衰退現象が津波に起因する可能性があ

り,箕浦幸治（2014）が指摘した弥生時代中期の津波の回数と整合する.

（2）津軽平野中部における完新世の堆積環境の変化と地形変遷

津軽平野中部においてボーリングコアの解析をもとに完新世の堆積環境の変化を検討した結果，泥層・砂層・軽石層の堆積を繰り返し上方累重したことが確認された.上位沖積面に分布する自然堤防群の大半は,十和田火山AD915噴火後の過剰物質供給時に形成された可能性があり,氾濫原における上位沖積面と下位面の分化は,同噴火後の過剰物質供給の収束に応答して河川の下刻が生じたことに起因すると考えられるとした.

3．歴史学・考古学・地理学研究者が参加する研究会の開催

（1）第13回歴史地震史料研究会の開催

2025年11月23日に第13回歴史地震史料研究会をオンラインにて開催し,本課題研究者メンバーを中心とした歴史学者8人・考古学者1人・地震学者1人による研究発表・討議を行った（参加者44人）.

（2）『災害・復興と資料』17号・18号の刊行

2025年3月，主として共同研究メンバーの昨年度の成果を発表する『災害・復興と資料』17号を刊行した．今年度の成果は2026年3月刊行する18号に掲載予定である.

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

今年度は各地の史料保存機関に所蔵される史資料等の調査を行い,1670年越後蒲原地震, 18～19世紀初め佐渡の地震,1828年越後三条地震,1894年10月22日庄内地震について,既刊の地震関連史料集収載のうち重要な史料を調査し校訂するとともに,既刊史料集に未収載の史資料を新たに収集・分析した.そして1779年佐渡地震の津波はなかったことを明らかにするなど,それぞれの新たな地震像を提示した.また,仙台湾周辺遺跡の考古学的な分析により,弥生時代中期初頭に集落を衰退させる地震津波があった可能性を指摘した.

今年度に分析した史資料には,従来重視されることの少なかった年代記や絵図も含まれており,研究課題の目標の一つに掲げた新たな災害史料学に必要な素材を得ることができた.これらの成果は,研究計画のうち「関連の深い建議の項目」の1.（1）ア. 史料の収集とデータベース化に十分寄与できると考えられる.次年度以降も新たな地震・火山関連の史資料等の収集・調査・分析を進め,今後の災害被害の予測をはじめ災害の軽減に貢献したい.

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

小野映介・小岩直人・柴 正敏・髙橋未央・佐藤善輝,2025,津軽平野中部における完新世の堆積環境の変化と地形変遷,地理学評論,98(3),146-161., 査読有, 謝辞無

片桐昭彦,2025,『常光寺王代記并年代記』の康安元年地震記事,災害・復興と資料,17,1-8., 査読有, 謝辞有

片桐昭彦,2025, 近世佐渡の年代記と地震,第13回歴史地震史料研究会講演要旨集,15-18., 査読無, 謝辞有

片桐昭彦,2026,安永八年十一月佐渡の「登龍」は地震津波か,新潟史学,90,49-56., 査読有, 謝辞有

齋藤瑞穂・鈴木正博,2025,仙台湾弥生土器編年と地震津波研究―仙台湾最古の水田経営と松島湾の縄文／弥生貝塚形成論―,第13回歴史地震史料研究会講演要旨集,1-4., 査読無, 謝辞有

中村元,2025,20世紀前期日本の地方測候所における地震の「管内観測」について,第13回歴史地震史料研究会講演要旨集,36-38., 査読無, 謝辞有

西山昭仁・石辺岳男・片桐昭彦,2025,近世佐渡における被害地震の検討,第13回歴史地震史料研究会講演要旨集,19-21., 査読無, 謝辞有

原直史,2025,1828（文政11）年複合災害情報の流布について―越後国を中心に―,災害・復興と資料,17,21-34., 査読有, 謝辞有

原直史,2025,1828年越後三条地震における村上藩の対応について,第13回歴史地震史料研究会講演要

旨集,25-30., 査読無, 謝辞有

原田和彦,2025,寺院日記・松代藩庁日記に見られる地震記事,災害・復興と資料,17,9-20., 査読有, 謝辞有

原田和彦,2025,地震と複合災害―飛越地震を中心に―,第13回歴史地震史料研究会講演要旨集,31-32., 査読無, 謝辞有

原田和彦,2026,1847善光寺地震―松代藩の史料にみる被害報告と復興策,信濃毎日新聞社,1-257., 査読無, 謝辞無

堀健彦・片桐昭彦,2025,「西川筋道上山付近絵図（断簡）」試論―地震によって引き起こされた液状化・噴砂との関係に注目して,災害・復興と資料,17,35-48., 査読有, 謝辞有

矢田俊文,2025,新潟県西蒲原郡の地図と潟―20世紀初頭―,災害・復興と資料,17,49-55., 査読有, 謝辞有

矢田俊文,2025,年代記「横越島旧事記」に関する一考察―1670年越後蒲原地震を中心に―,第13回歴史地震史料研究会講演要旨集,12-14., 査読無, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

片桐昭彦,2025,近世佐渡の年代記と地震―『佐渡国略記』を中心に,第13回歴史地震史料研究会,5.

齋藤瑞穂・鈴木正博,2025,仙台湾弥生土器編年と地震津波研究―仙台湾最古の水田経営と松島湾の縄文／弥生貝塚形成論―,第13回歴史地震史料研究会,1.

中村元,2025,20世紀前期日本の地方測候所における地震の「管内観測」について,第13回歴史地震史料研究会,11.

西山昭仁・石辺岳男・片桐昭彦,2025,近世佐渡における被害地震の検討,第13回歴史地震史料研究会,6.

原直史,2025,1828年越後三条地震における村上藩の対応について,第13回歴史地震史料研究会,8.

原田和彦,2025,地震と複合災害―飛越地震を中心に―,第13回歴史地震史料研究会,9.

矢田俊文,2025,年代記「横越島旧事記」に関する一考察―1670年越後蒲原地震を中心に―,第13回歴史地震史料研究会,4.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は,今年度に引き続き,地震・火山現象に関連する近代観測開始以前の史料を調査・収集し,新たな史料については翻刻を行う.災害絵図も収集し,絵図記載の文字の翻刻・トレース図の作成を行う.収集した史料のうち,総家数・倒壊家屋数・即死者数が記載されている近代的な観測データとの比較・検討が可能な良質の史料については被害表等を作成する.以上の成果をもとに歴史学・考古学・地理学研究者が共同で研究し,各歴史地震の新たな実像を提示する.そして,研究会の開催,および『災害・復興と資料』刊行によりそれぞれの成果を発表する.

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

片桐昭彦（新潟大学災害・復興科学研究所、同人文学部）, 矢田俊文（新潟大学人文学部）, 原直史（新潟大学人文学部）, 堀健彦（新潟大学人文学部）, 中村元（新潟大学人文学部）, 北村繁（新潟大学教育学部）, 森貴教（新潟大学人文学部）, 小野映介（駒澤大学文学部）, 齋藤瑞穂（神戸女子大学文学部）, 原田和彦（長野市立博物館）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：新潟大学災害・復興科学研究所
電話：025-262-6542
e-mail：katagiri@human.niigata-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：片桐昭彦
所属：新潟大学災害・復興科学研究所

令和７年度年次報告

課題番号：NGY_01

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）史料の可視化から解明する南海トラフ巨大歴史地震像

（英文）Rupture processes of historical great earthquakes along the Nankai Trough elucidated from visualization of historical documents

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
イ. 考古データの収集・集成と分析
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）本課題の５か年の到達目標：

本計画では前計画で有効性が確認されたGISを用いた史料の見える化を南海トラフ全域に広げていく。具体的には三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県，大分県，宮崎県などについてもできる限り地方史などを中心に入力を行う。史料だけでなく津波堆積物の情報など南海トラフ地震を考える上で必要な情報についても追加していく。その上で可視化された史料からこれまでに南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化し、南海トラフ巨大歴史地震の地震像解明を目指す。

また，各地にはまだ翻刻されていない史料もたくさんあることから南海トラフ巨大地震に関する古文書調査，翻刻も並行して行う．またどの史料にどの地震の情報があるのか，すでに出版された史料集を元に検索ができるシステムを前計画で構築したが，その後収集された史料についても追加し検索できるようDBの更新も行う。

兵庫県立大学を中心とした史料調査チームでは，歴史地震に関する史料の収集と解読のための人材育成を通じて，住民が主体的に地域の地震災害の履歴を学び防災意識を高めることのできる方途を検討・

実行することで効果的な防災意識啓発の手法を明らかにする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県を中心に地方史・郷土史等の史料収集を行うとともにそれらの情報についてGISに入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。史料調査チームでは有志の参加を募って1854年安政東海・南海地震の記録である「大沢家本願寺関係文書」の解読と未発見史料の探索を行う。

令和7年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県に加え，新たに高知県の情報についても地方史・郷土史等の史料収集を行うとともにそれらの情報についてGISに入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。史料調査チームでは令和6年度に引き続き、「大沢家本願寺関係文書」の解読と未発見史料の探索を行うとともに、調査した情報の要約方法について検討を行う。

令和8年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県に加え，新たに宮崎県の情報についても地方史・郷土史等の史料収集を行うとともにそれらの情報についてGISに入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。史料調査チームでは「大沢家本願寺関係文書」の調査結果を取りまとめるとともに、歴史地震資料調査を通した防災教材の作成について検討を開始する。

令和9年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県，宮崎県に加え，新たに大分県の情報についても地方史・郷土史等の史料収集を行うとともにそれらの情報についてGISに入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。史料調査チームでは歴史地震資料調査を通した防災教材を作成し、各種防災イベント等においてワークショップを実施することで効果を測定する。

令和10年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県，宮崎県，大分県に加え，新たに愛媛県，徳島県の情報についても地方史・郷土史等の史料収集を行うとともにそれらの情報についてGISに入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。最終年度はこれまでに得られた情報から南海トラフ巨大歴史地震の地震像を考える。史料調査チームでは令和9年度までに作成した防災教材を展開し、地域住民が主体的に地域の歴史地震の調査に参加できる住民参加型の教材を設計する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

当初の計画どおり，三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県の地方史・郷土史等の史料収集を行うとともにそれらの情報についてGISに入力を行った．昨年度南海地震で紀伊半島南部では揺れが小さいにもかかわらず大きな津波が比較的早くにやってきて津波による大きな被害が出ている事を指摘した．今年度はその原因を収集史料および最近の観測研究成果と合わせて検討した．昭和南海地震のすべり分布と海底地殻変動データから推定された固着状態とを比較すると，紀伊半島に近いアスペリティは固着が弱い場所にあたり，両側に固着の強いところが存在する．そのことから固着が強いところがすべったことにより固着が弱い場所も道連れにゆっくり滑ったのではないかと考えると紀伊半島南部の被害について説明ができそうである．

史料調査チームにおいては，兵庫県立大学・名古屋大学・他のメンバー共同による「減災古文書研究会」の活動を通して令和7年度の研究活動を実施した．主な活動内容は、史料解読・史料収集・防災教育の実践・広報である．

史料解読については，令和6年度以前から実施している『大沢家本願寺関係文書』（安政東海・南海地震に関する西本願寺関係者の記録）と『違変記』（1790–1855年の地震、火山噴火、気象災害、異常現象、事件の記録の集成。福岡藩士の編纂物）の解読を継続した．また、『鳥羽御城石垣惣躰高サ弐尺築足一件他』（令和5年度に解読した鳥羽御城石垣御修復一件（安政東海地震・津波による鳥羽城の被害と石垣修復に関する記録）の続報）の解読を終え，新たに『嘉永六癸丑年相州小田原之城下二月二日・三日両度之大地震ニ而潰家破損等書立之写』および『信州浅間嶽大異変御代官注進状』の解読を開始した．

史料調査については，研究会メンバーによる査読付き論文「戦時下の新聞は昭和東南海地震をいか

に伝えたか」を歴史地震研究会の論文誌『歴史地震』へ投稿し，掲載された．
防災教育の実践については，防災関係行事における出展・ワークショップ5件（技科大・高専カンファレンス in 豊橋（愛知県豊橋市）・名古屋大学減災連携研究センター夏休みスペシャル減災教室（名古屋市）・ぼうさいこくたい2025（新潟市）・あまおだ減災の日（兵庫県尼崎市）・JMoF 2026（愛知県豊橋市））においてかわら版『諸国大地震大津波末代噺』を利用したすごろくゲームを実施した．その際、ワークショップ実施の前後で質問紙調査を行うことにより学習効果を測定し，統合指標「災害に対する興味関心と知識」が向上したことが明らかになった．
広報活動については，総務省近畿総合通信局の関西官学連携推進ポータルにおいて活動が紹介されたほか，第22回全国大学コンソーシアム研究交流フォーラム（神戸市中央区）と歴史フェス2025（京都市）にてブース展示を行い、研究成果の社会還元を推進した．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究では史料を読み解くことから，安政，昭和の南海地震の紀伊半島南部での特徴（揺れが小さいが，比較的すぐに規模の大きな津波がやってくること）を見つけた．このことはこれまで明確には指摘されていない．この現象の解明は南海トラフ地震の発生機構の解明やモデル化に大きく貢献する．またこの現象が過去の地震でも同様であれば，紀伊半島南部の南海トラフ地震の災害対応は大きく変わってくることになり，災害軽減に大いに貢献できると考える．
また歴史地震に関する新たな史料の収集と解読は歴史地震の新たな情報源になると共に，今後の人材育成にもなっている．さらにこれまでに作成したかわら版『諸国大地震大津波末代噺』を利用したすごろくゲームを様々な場で活用することで，参加者の防災意識の向上にも役立っている．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

柳井七海, 福島栄寿, 北村昌卓, 平井敬, 2025, 戦時下の新聞は昭和東南海地震をいかに伝えたか, 歴史地震, Vol. 40, pp. 65–79., 査読有, 謝辞有

内村優太, 北村昌卓, 平井敬, 2026, 1944年12月10日の滋賀県北部の地震(M5.3)における観測震度の再評価, 減災復興学研究, Vol. 3, 査読無, 謝辞有

三村暉, 弘田尚也, 北村昌卓, 平井敬, 2026, かわら版史料による防災教育の実践と効果　―歴史に触れる防災教育―, 中部「歴史地震」研究年報, Vol. 14., 査読無, 謝辞無

居樹幸太朗, 2026, 減災古文書研究会の活動紹介, 中部「歴史地震」研究年報, Vol. 14., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

山中佳子, 2025, 南海地震は何か変？, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS11-P26

山中佳子, 2025, 南海地震の震度から推測される破壊過程, 第 42 回歴史地震研究会, O-23

山中佳子, 2025, なぜ南海地震時，紀伊半島南部で揺れの被害が少なかったのか？, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-31

山中佳子, 2025, なぜ南海地震時，紀伊半島南部で揺れの被害が少なかったのか？, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-31.

内村優太, 北村昌卓, 平井敬, 2025, 1944年12月10日の滋賀県北部の地震(M5.3)における観測震度の妥当性に関する研究, 第56回地域安全学会研究発表会（春季）

内村優太, 北村昌卓, 平井敬, 2025, 1944年12月10日の滋賀県北部の地震(M5.3)における観測震度の妥当性に関する研究, 第26回中部「歴史地震」研究懇談会.

弘田尚也, 2025, 南海地震アーカイブ, 第26回中部「歴史地震」研究懇談会.

三村暉, 弘田尚也, 北村昌卓, 平井敬, 2025, かわら版史料による防災教育の実践と効果　―歴史に触れ

る防災教育―, 第26回中部「歴史地震」研究懇談会.

居樹幸太朗, 2025, 減災古文書研究会の活動紹介, 第26回中部「歴史地震」研究懇談会.

三村暉, 弘田尚也, 北村昌卓, 平井敬, 2025, かわら版史料「諸国大地震大津波末代噺」を用いた防災教育の実践, 第42回歴史地震研究会（豊岡大会）, O-04.

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

令和7年度に引き続き，三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県に加え，新たに徳島県，岐阜県の情報についても地方史・郷土史等の史料収集を行うとともにそれらの情報についてGISに入力を行う．地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する．また南海地震の震源過程についても検討する．

史料調査チームでは，令和7年度に引き続き，『大沢家本願寺関係文書』・『違変記』・『信州浅間嶽大異変御代官注進状』の解読と未発見史料の探索を行う．その調査結果を取りまとめるとともに，歴史地震資料調査を通した防災教材の作成について検討を開始する．

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

鷺谷威（東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科）, 山中佳子（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）, 都築充雄（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）, 石川寛（東海国立大学機構名古屋大学大学院人文学研究科）, 幸山寛和（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）, 武村雅之（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

平井敬（兵庫県立大学 大学院減災復興政策研究科）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：
URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鷺谷威
所属：東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科



ブース展示による活動紹介（ぼうさいこくたい2025）



かわら版資料を活用した歴史災害に関するワークショップ（あまおだ減災の日）

令和７年度年次報告

課題番号：NGY_02

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震の発生における応力と間隙流体圧の役割
（英文）Roles of stress and pore-fluid pressure in earthquake generation

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
イ. 内陸地震の長期予測

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究では，御嶽山のテクトニック環境と名古屋大学の地震観測成果を活かし，地震の発生における応力と流体の役割を理解することを目的とする．個々の地震の発生において，応力と流体の役割は多様性を示す可能性が高い．本研究では，クラスター解析により，地震活動を単独地震と前震・本震・余震型や群発地震型などのクラスター地震に分類し，応力の指標となる地震と間隙流体圧等の影響を受ける地震に分け，地震の発生における応力と間隙流体圧の役割を定量的に評価することを目指す．

また，過去に繰り返し巨大地震の震源域となってきた南海トラフ周辺域等の応力場についても，長期間の地震データから，安定的にテクトニック応力場そとの時空間変化を推定することも検討する．

（6）本課題の５か年計画の概要：

R6年度においては，CAMPスタンダードモデル（Hashimoto et al., 2004）による２つのプレート上面の情報を用いて，御嶽山周辺域の地震を（名大カタログ及び気象庁の一元化震源カタログ），太平洋プレート内地震，フィリピン海プレート内地震，（それ以外の）陸のプレート内地震に分類する．特に陸のプレート内地震について，クラスター解析を用いて，単独地震とクラスター地震に分類する．

この結果を受けて，R7年度においては，単独地震と本震をデータとし，御嶽山周辺域の応力場の推定を行うとともに，2017年の中規模地震（M5クラス）前後の応力変化を評価する．

R8年度においては，R7の結果を直接的先験情報とし，余震のデータから応力場を推定する．この解析により，本震・単独地震と余震のメカニズム解の系統的な違いを調べる．

R９年度においては，R7年度の応力場の向きの情報から，実効摩擦係数をパラメータとして絶対応力場をモデル化し，弾性歪エネルギーに基づく地震破壊規準DEFSにより，余震活動の発生予測と実際の地震活動を比較し，地域の絶対応力レベルを考察する．

R10年度には，群発地震型のクラスターについて，発生場所，継続時間，規模等の情報を整理する．

また，群発地震型から本震・余震型へと発展したクラスターがあるかどうかも調べる．更に，御嶽山周辺域の応力場や間隙流体圧場との比較を通じ，断層の強度低下と応力集中に着目しながら，群発地震の発生メカニズムを考察する．能登半島の群発地震活動との比較研究も行う予定である．

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

御嶽山周辺域の多様な地殻活動を理解するために，名古屋大学を含む諸機関の定常地震観測で得られた連続地震波形データに対し，WINシステムのイベント自動検出機能を利用した手動波形読み取り処理を行い，震源分布を把握すると共にデータを蓄積してきた．2024年７月からは，定常地震観測のデータに加え，独自の山頂連続地震観測網のデータを取り入れた準リアルタイム震源決定システムの運用を開始した．その約５か月後の2024年12月９日ごろより御嶽山の活動が活発化し，2025年１月16日には気象庁が火山噴火警戒レベルを１から２へと引き上げた．その後，１月21には傾斜変動を伴う微動が発生し，火山活動の活発化は急速に収まり，2025年５月には気象庁により火山噴火警戒レベルを１に引き下げた．

この御嶽山のアンレストな活動や山麓での複数回のＭ３－４クラスの地震が発生した影響で，R7年度の震源決定処理は膨大なものとなった．2025年１月～2025年12月に発生した地震について，震源決定数は7582個に達した（図1）．御嶽山山麓では活発な群発地震活動があり，長期間のデータの蓄積や詳細なクラスター解析の成果として，これらの活動は御嶽山の北東麓，東麓および南東麓の３つのクラスターに分けられることが明瞭になってきた．南東麓のクラスターは1984年長野県西部地震の震源域の東端部にあたる．このほかに，R7年度には，御嶽山から数km離れたところで深さ30 kmを超える地震が例年より多く発生した（図１）．

震源決定された地震の中には，3122個の火山性地震が含まれている（図２の赤点線の枠の中）．１月の微動発生後に地震活動は急激に減少したが，５月から６月にかけては再び活動が活発化する傾向が見られた．その後は全体として活動は低調にあるものの，小幅な増減を繰り返しているようである．これらを踏まえて，Ｒ７年度は予定を変更し，アンレストに関連する火山性群発地震活動の分析を中心に研究を進めた．

2024年12月～2025年1月のアンレスト：地震活動と地震のメカニズム解

2024年12月から2025年１月に発生したアンレストに関連する地震のうち，名古屋大学で震源決定した地震は2771個にも及んだ．本研究では，火山性地震の震源分布の形状を調べるために，この期間に発生した地震群の重心と，震源の分散・共分散行列の３つの固有値と固有ベクトルについて，14日ごとのデータを７日間ずつずらしながら移動平均を計算した（図３）．この結果，地震群の重心の水平位置は，期間全体を通してほとんど変化しなかった．深さについては，活動が活発化した2024年12月ごろに，それまでの活動よりも1–2 km深い場所（海抜0.5 km）へと変化する様子が捉えられた．この深さは古期御嶽と基盤岩の境界付近に相当し（Maeda and Watanabe, 2023），この領域での活動は2014年噴火前，2022年アンレストでも活発化していることがわかっている（Maeda et al., under review）．今後，この深さでの活動が活発化したときには，噴火につながる可能性があるとして注視すべきである．また，期間全体を通じて，最大固有値（最大分散）に対応する固有ベクトルは鉛直方向であったが，中間及び最小固有値に対応する固有ベクトルは，それぞれ，2024年12月下旬ごろより横ずれ型広域応力場の最大主応力軸（S_{1R}）及び最小主応力軸（S_{3R}）の向きに平行になる傾向がみられた．このことは，一連の地震活動が流体の最も入りやすい最小主応力軸に直交する面（最小抵抗面）に沿うように分布することを示しており，地震活動が火山性流体の活動に関連する可能性があることを示唆する．

また，この期間に発生した地震のうち316個の地震については，P波初動の押し引きとS:P振幅比をデータとして，メカニズム解が推定された（Terakawa et al., under review）．このうち，2025年1月21日の傾斜変動を伴う微動の前の期間のものは196個，微動後のものは120個であった．この316個という推定数は，2014年噴火前後の２か月間（2014年8月31～10月31日）の推定数（47個）を大きく上回り，これは噴火後に整備された稠密地震観測網の効果である．これらの地震のメカニズム解について，この地域の広域応力場から予想されるすべりベクトルと実際のすべりベクトルの差（ミスフィット角φ）を評価した．メカニズム解の誤差と応力場の誤差を考慮して，φ ☒　65°及びφ ＞65°ならば，それぞれ応力場に調和的，非調和的であるとして地震を分類した（図４）．この結果，微動前には，123個（微動前の地震の63%）の地震が応力場に非調和的な地震であった．一方，微動後の期

間では，状況が一転し，89個（微動後の地震の74%）が応力場と調和的であった．このような地震のメカニズム解の変化のパターンは，2014年噴火前後にとらえられた傾向とよく似ていた（Terakawa et al., 2016）．ミスフィット角は，地震による剪断歪エネルギーの解放率と深くかかわる物理量であり，90°を超えると，理論的には地震後に剪断歪エネルギーが上昇するという物理的矛盾が生じる．したがって，2014年の噴火前や今回のアンレスト時の微動前に広域応力場に非調和的な地震が顕著になることは，この期間に火山活動により応力場が広域応力場から有意にずれていた可能性を示す（Terakawa et al, 2025, under review）．

更に，メカニズム解のT軸の分布を調べると，微動前には二峰性を示すことがわかった（図５）．２つのピークのうち１つは最小主応力方向に，もう一つは最大主応力方向に一致し，それぞれ応力場に調和的及び非調和的地震に対応した．一方，微動後には，ほとんどのT軸は最小主応力方向に一致するように変化した．これに伴い，P軸の分布も，二峰性から単峰性へと変化した．このような微動前のT軸及びP軸の分布の二峰性は，2014年噴火前のデータにも認められる．しかし，当時はメカニズム解の数が少なく，二峰性として明確に認識されるには至っていなかった．

以上を踏まえると，微動前の時期に，この地域の水平最小主応力及び最大主応力方向が，微動前の期間には平常時のNNE-SSW及びWNW-SESから90°回転していた可能性を示唆する．有力なメカニズムとして，火山性流体の高まりによる周辺弾性領域への応力変動が考えられる．また，微動後にこのような応力場の乱れが減少したことは，今回のアンレストは噴火に至ってはいないものの，何らかの減圧プロセスが働いたことを示唆する．これは，微動後に急速に地震活動が減少することとも調和的である．

応力場の時間変化と熱水循環システムの発達

本研究では，前節でとらえられた地震のメカニズム解の特徴を境界条件とし，これを説明する熱水循環発達の概念モデルを提案した（Terakawa et al., under review）（図６）．このモデルでは，まず，横ずれ型広域応力場の下での（鉛直型の）最小抵抗面へ火山性流体が貫入し，そこで間隙流体圧が上昇することにより，そのクラック先端や面の側方の弾性体内に応力変動を引き起こす．この過程において，クラック側方での応力場が横ずれ型から逆断層型に変化し，そこでは最小抵抗面の向きが水平面へと変化する．この面の周辺でも流体の貫入や間隙流体圧の上昇により新たな応力変動が形成される．このモデルにより，御嶽山で観測される複雑なメカニズム解を統一的に説明できることを示した．

更に，このモデルを基に，流体活動の引き起こす応力変化による剪断歪エネルギーの増加が火山性群発地震の駆動力になっていることを説明した．また，間隙流体の上昇により体積ひずみエネルギーが増大するが，これはDC型の地震活動では解消されない．従って，体積ひずみエネルギーが限界になると火山噴火やVLP地震といった体積変化を伴うイベントが必然的に発生するという考え方を示した．応力は，地震の発生だけでなく，火山噴火の発生にも重要な役割を果たすと考えられる．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

R7年度は，前年度に発生した御嶽山のアンレストのデータ分析を精力的に進めた．これまで準備してきた稠密地震観測網の効果により，ごく微小な火山性地震の震源及びメカニズム解を大量に推定することができるようになり，弾性歪エネルギーに基づいて火山性群発地震や火山噴火の発生メカニズムを解明する研究を進めることができた．本研究で捉えられたメカニズム解の T及びP軸の二峰性は，世界の多くの火山でも報告されており，火山地域に共通なメカニズムを反映した観測結果であることを示唆する．しかしながら，これまでに，微動前後・噴火前後に二峰性から単峰性へと時間変化するという報告はなく，本研究によるこの現象の指摘は大変重要である．これは，御嶽山での稠密観測でとらえられた良質なデータを活かし，大量のデータから広域応力場を基にした地震メカニズム解の分類を行ったこととが新しい知見へとつながったものである．この結果を踏まえて，御嶽山地下の熱水循環システムの概念モデルを提示し，これが作り出す応力変動をモデル化し，御嶽山で観測される複雑な地震活動を説明するとともに，群発地震や火山噴火のメカニズム解明へとつなげる道を提示した．

これは，今後，地震学・火山学において，新たな展開をもたらす可能性があり，将来的には，災害の軽減にも結び付けてゆきたい．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

寺川寿子，中小地震の活動度変化とΔEFSに基づく絶対応力状態把握の試み，日本地球惑星連合大会，千葉，2025.5.30

Terakawa, T., Understanding the stress state based on temporal changes in the activity of small to mid-sized earthquakes, IASPEI, Lisbon, 2025.9.2

村岡宏亮・寺川寿子，豊後水道及び東海地域における長期的スロースリップとスラブ内間隙流体圧の関係，日本地震学会秋季大会，新潟，2025.10.20

寺川寿子・前田裕太・堀川信一郎，御嶽山の熱水循環システムにおける火山構造性地震の役割，日本火山学会，松本，2025.10.3

寺川寿子・前田裕太・堀川信一郎，御嶽山における火山性群発地震を駆動する物理メカニズムの考察，日本地震学会秋季大会，新潟，2025.10.21

前田裕太・寺川寿子・山中佳子・堀川 一郎, 2025, 御嶽山の2024～2025年の地震活動, 日本地球惑星科学連合大会, SVC32-11

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

名古屋大学を含む諸機関の定常地震観測で得られた連続地震波形データを活用し，御嶽山周辺域の地震の震源決定とメカニズム解の推定解析を実施し，データの蓄積を進める．R6年度に実施した地震のクラスター解析の結果に基づき，応力場の情報を持っていると考えられる単独イベントと本震のメカニズム解から，CMTデータインバージョン法（Terakawa and Matsu’ura,2023）により御嶽山周辺域の応力場を推定する．また，本年度実施したアンレストに関連する地震のメカニズム解を拘束条件に，地下の流体圧場の時間発展を推定することも目指してゆきたい．

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

寺川寿子（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）, 前田裕太（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）, 山中佳子（名古屋大学減災連携研究センター）, 堀川信一郎（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：terakawa@seis.nagoya-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：寺川寿子
所属：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター

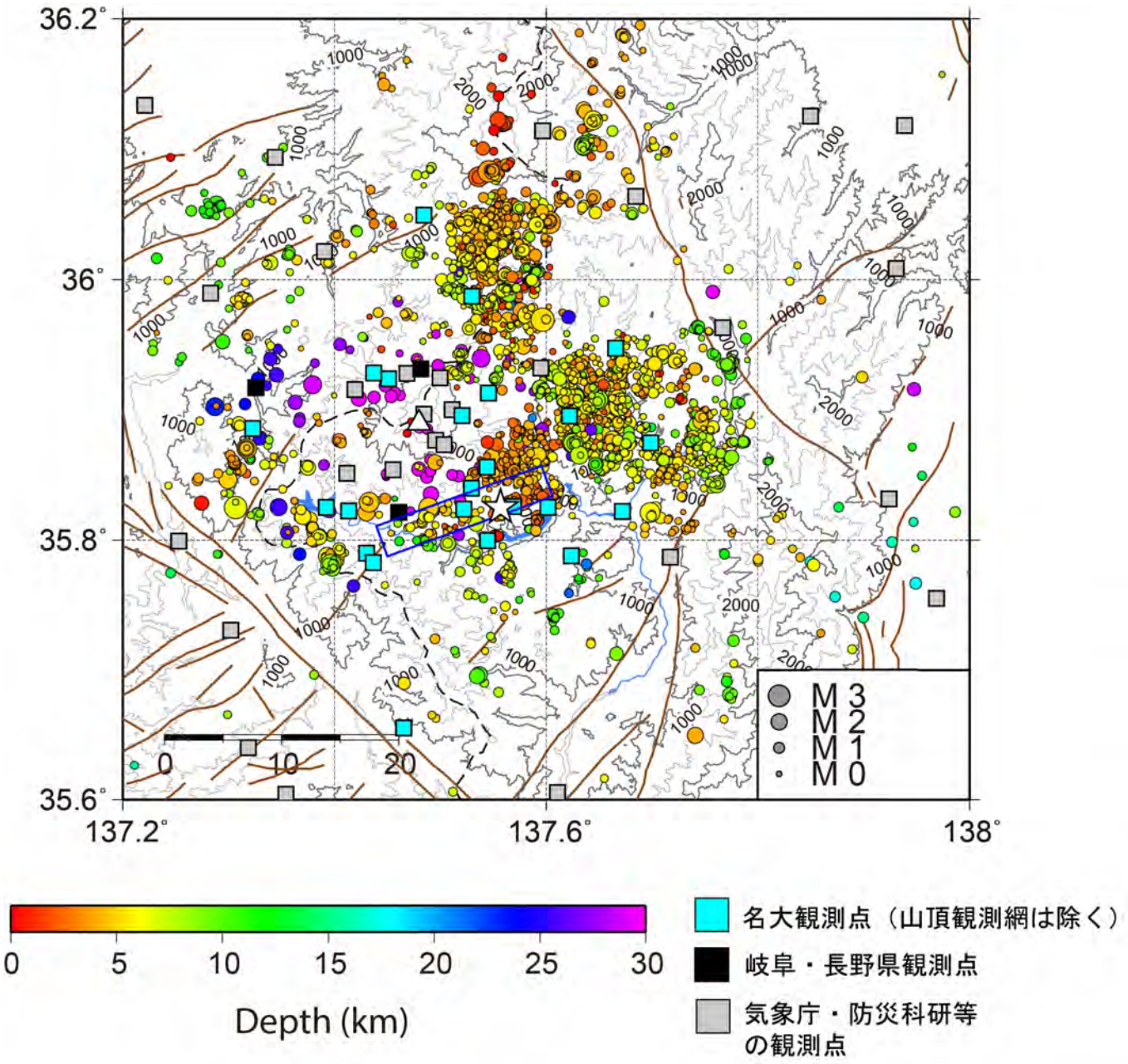


図１：御嶽山周辺域の地震活動（2025.1-2025.12）と観測点分布.
△は御嶽山，☆と青線の矩形は1984年長野県西部地震の震源と震源断層.

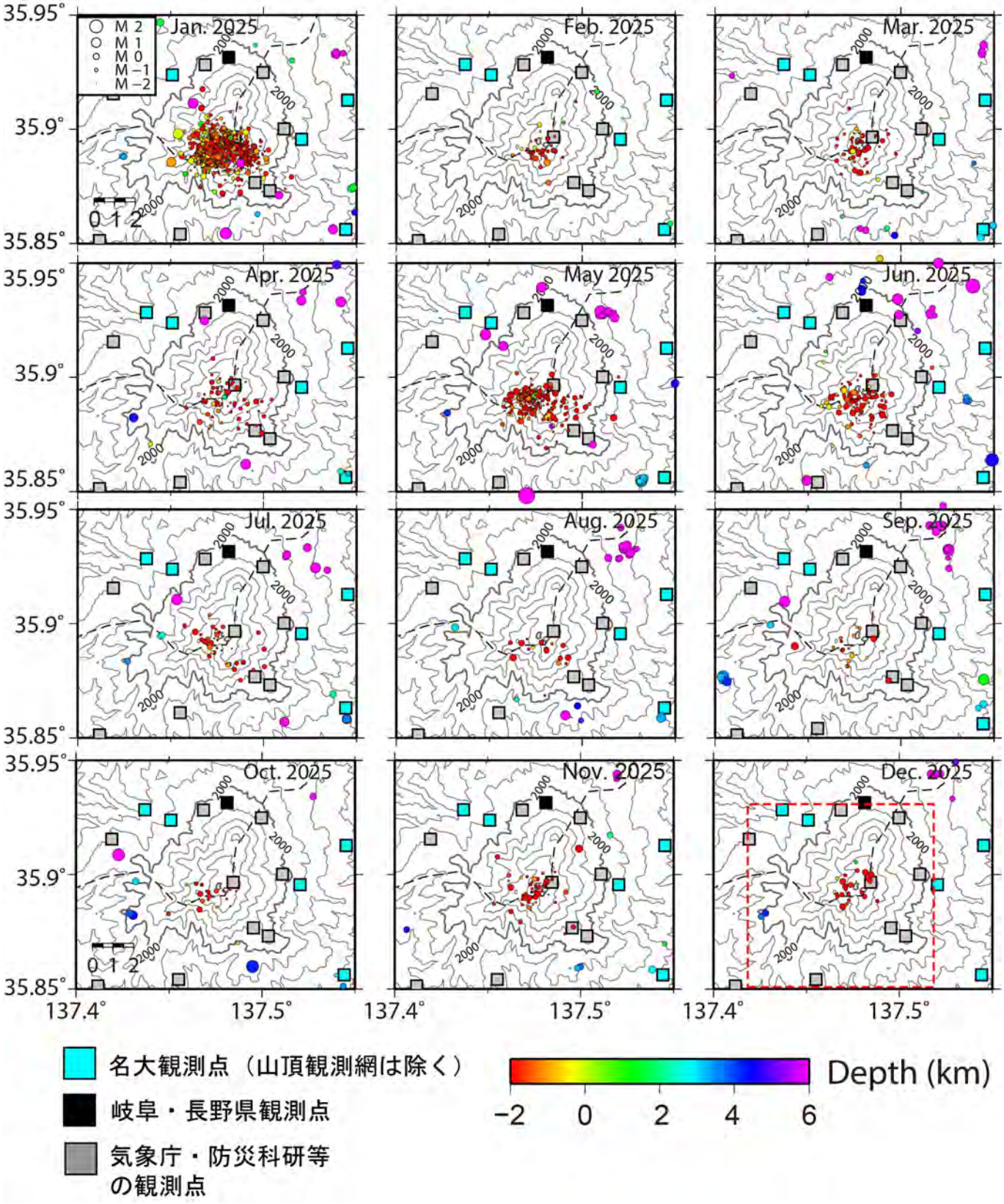


図２：御嶽山直下で発生した火山性地震の震源分布（2025年1月～12月）
観測点の記号は図1と同様.

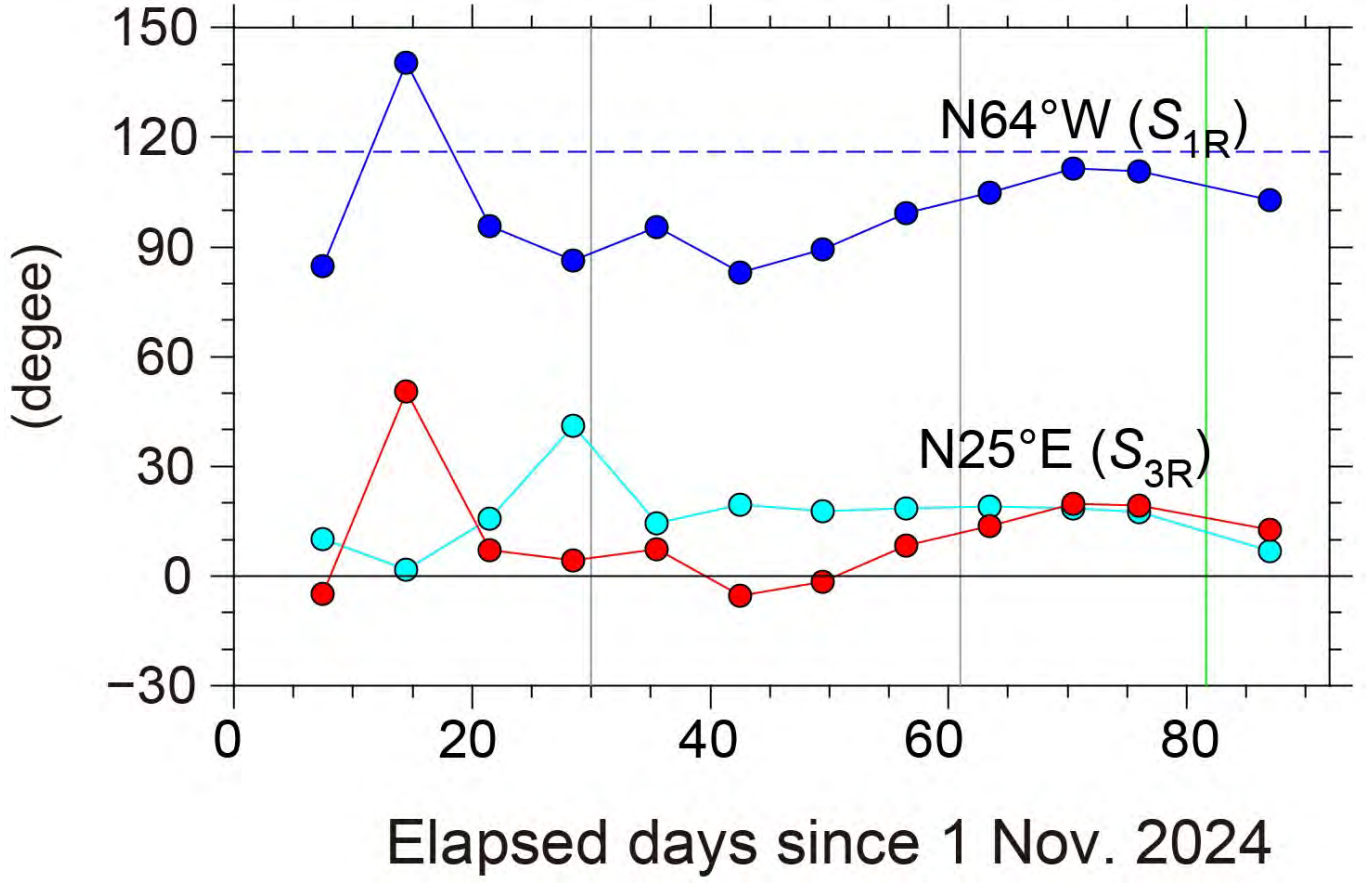


図３：火山性地震震源の分散共分散行列の固有ベクトルの向きの時間変化.
水色，青，赤は，それぞれ最大，中間，最小固有値（分散の最大，中間，最小値）に属する固有ベクトルの方向を表す．最大固有値に対応する固有ベクトルの向きは，鉛直方向からのずれを，中間及び最小固有値に対応する固有ベクトルの向きは水平面内の方向を表す（Terakawa et al, under review）．

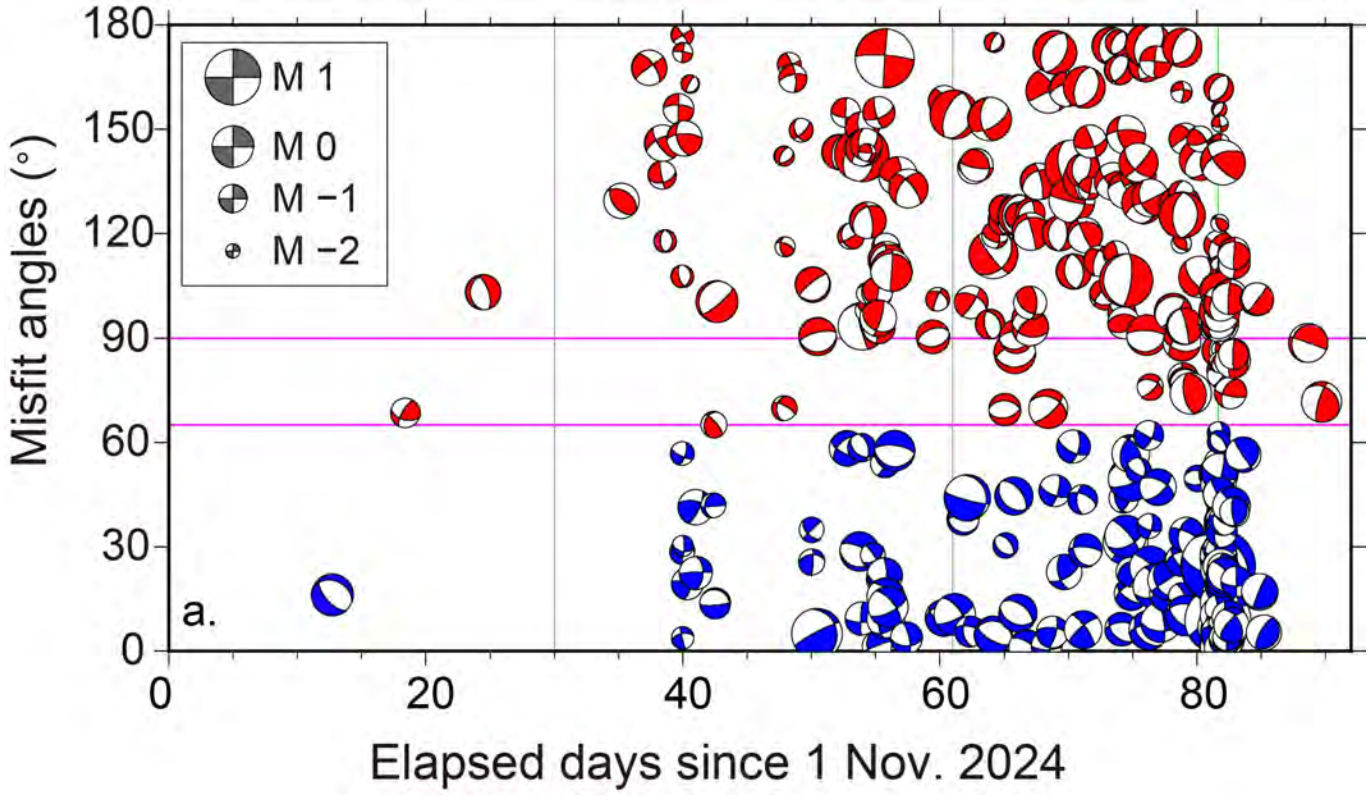


図４：火山性地震のメカニズム解とミスフィット角．
横軸は2024年11月１日からの経過日数，縦軸は広域応力場に基づくミスフィット角φを表す（Terakawa et al, under review）．青，赤の震源球は，φ☒　65˚，φ> 65˚のイベントを表し，それぞれ広域応力場に調和的，非調和的な地震であることを示している．緑の縦線は2025年１月21日の微動発生時を示す．

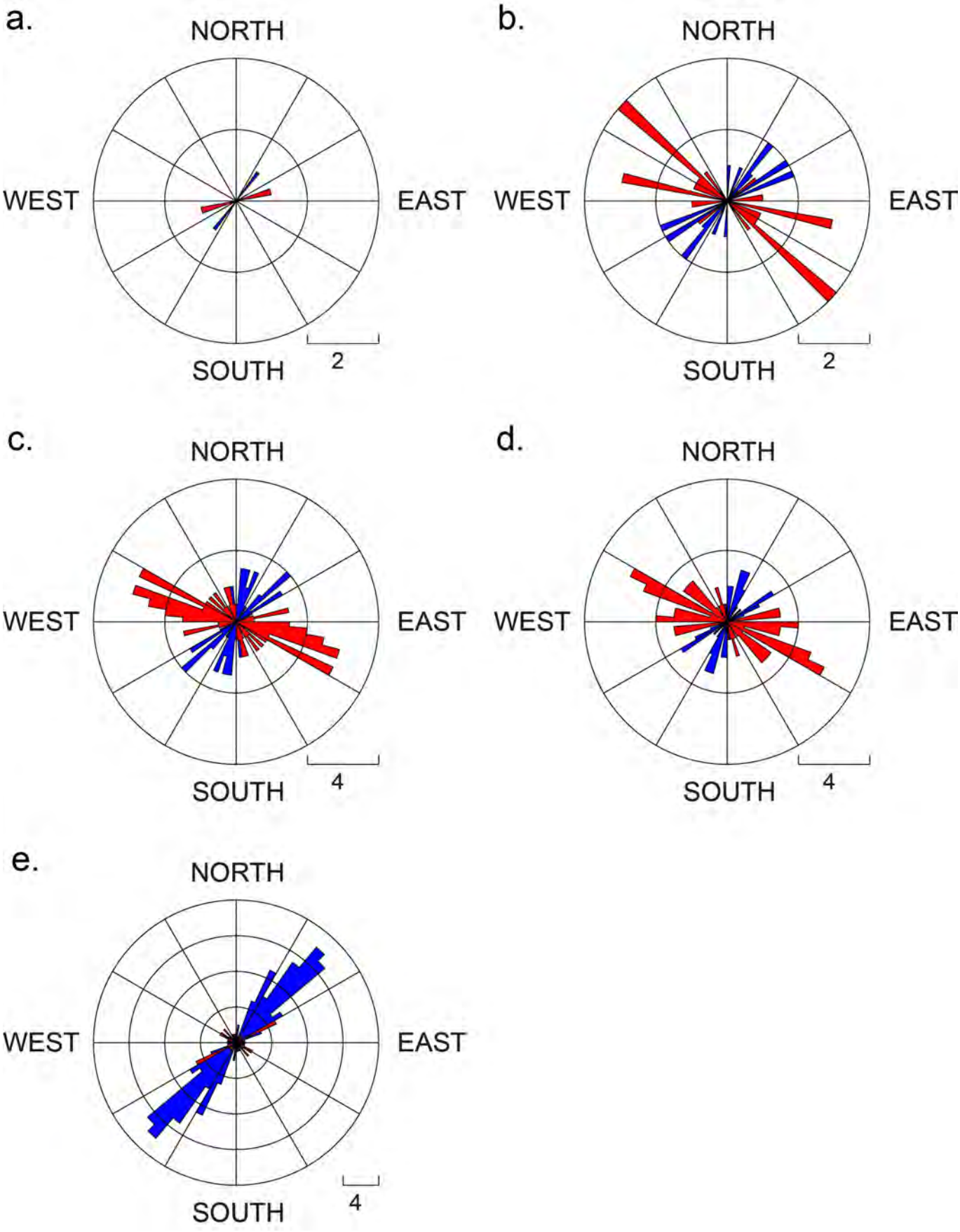


図５:地震メカニズム解のT軸の分布（Terakawa et al, under review）.
a. 2024年11月１日～12月５日，b. 12月６日～19日，c. 12月20日～2025年１月９日，d. １月10日～20日，e. １月21日～31日.

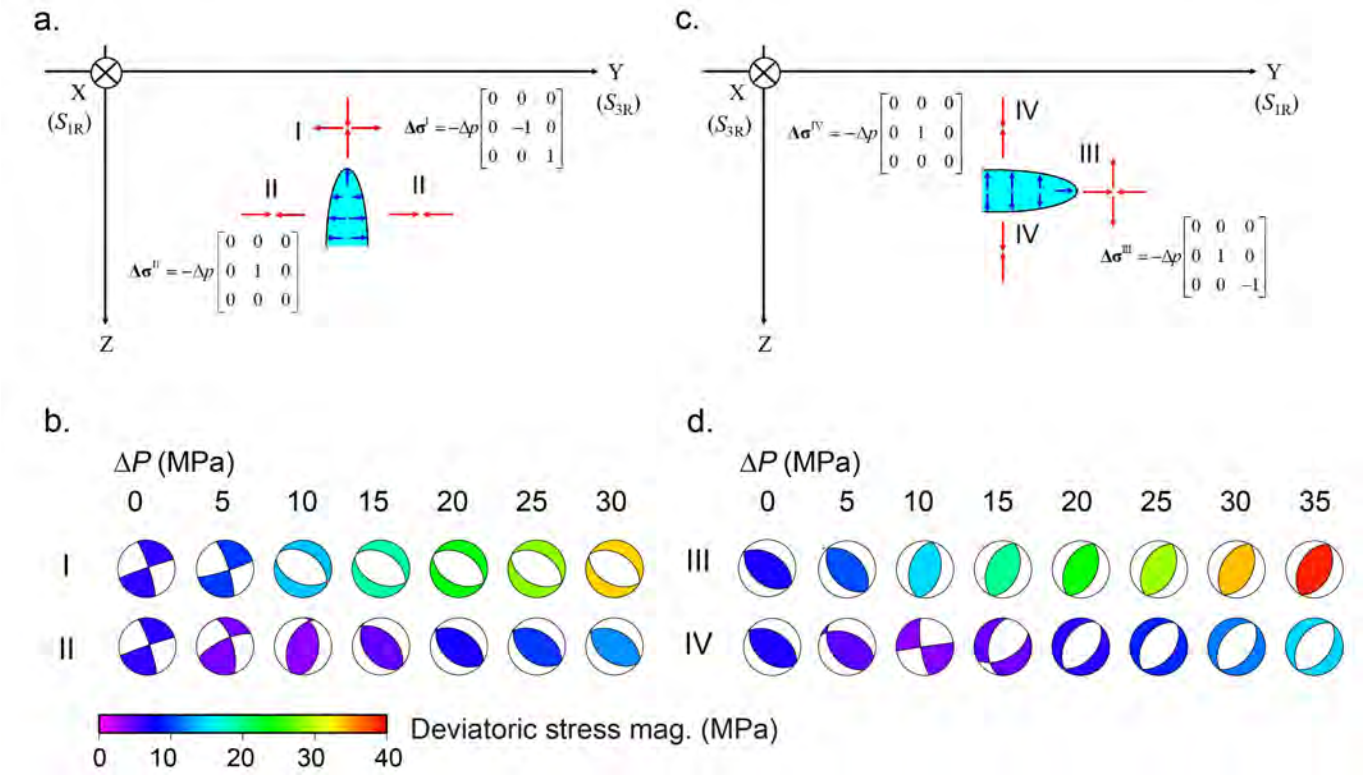


図６：流体活動による応力変動の概念モデル（Terakawa et al, under review）.
a. 広域応力場の鉛直型最小抵抗面への間隙流体の貫入と圧力上昇に伴う応力変動. Area I は下部からの間隙流体の貫入による応力変化（$\Delta\sigma^{I}$），Area II は間隙流体圧の上昇による亀裂側面での応力変化（$\Delta\sigma^{II}$）を受ける．b. aのモデルによる間隙流体圧の上昇に伴う応力変動．I及びIIは，それぞれa.のArea I及びIIでの応力変動を表す．間隙流体圧上昇に伴い，Area IIで応力場が逆断層型に変化し，ここでの最小抵抗面が水平面へと変化する． c. 水平型最小抵抗面への間隙流体の貫入と圧力上昇に伴う応力変動．Area III及びIVは，水平方向の間隙流体の貫入による応力変化（$\Delta\sigma^{III}$）と圧力上昇をによる亀裂側面での応力変化（$\Delta\sigma^{IV}$）を受ける．d. cのモデルによる間隙流体圧の上昇に伴う応力変動．III及びIVは，それぞれc.のArea III及びIVでの応力変動を表す.

令和７年度年次報告

課題番号：NGY_03

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ・南西諸島海溝域における海溝型地震発生場の解明
（英文）Assessment of interplate earthquake along the Nankai Trough and the Nansei-shoto Trench

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

南海トラフ域については、現計画において沈み込む伊豆マイクロプレートとフィリピン海プレートの境界とともに、トラフ軸近傍でのすべり欠損分布が海底地殻変動観測から徐々に明らかになってきた。特に伊豆マイクロプレートが沈み込んでいると考えられる潮岬より東側でのプレート間固着状態を明らかにするためには、沈み込むプレートの運動も実測により明らかにする必要がある。また、南海トラフ地震の破壊の開始やすべりを理解するためには、想定震源域全体の物性分布を明らかにすることが不可欠であり、特に比抵抗構造から推定される間隙流体分布の解明が重要である。そこで、海底地殻変動観測と海底電磁気観測の結果から、南海トラフ地震の震源域における場の理解をすすめる。本課題では潮岬より東側の海域（熊野灘およびその沖合）を対象とする。

また、南西諸島海溝周辺については、地震調査研究推進本部による「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価(第二版)」（令和4年3月25日）では、（海溝型）巨大地震の発生確率は未だ不明となっており、「プレート間固着の現状把握の高度化を図ることが重要」とされている。沖縄本島南東沖におけるプレート間固着状態はTadokoro et al. (2018) で報告しているが、同海域での地震発生予測に資するためには、より広範囲にわたってのプレート間固着状態を明らかにする必要がある。そこで、上記の沖縄本島南東沖に隣接する海域での海底地殻変動観測結果から、南西諸島海溝沿いのより広域にわたるプレート間固着状態の有無を明らかにし、当該海域における海溝型地震の長期評価に資する成果を提供する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

南海トラフ域では、フィリピン海プレート上の1ヵ所とトラフ軸近傍の1ヵ所の計2ヵ所において、各点につき期間中に2回の海底地殻変動観測を実施する。得られた結果とこれまでの観測結果をもとに、沈み込む海洋プレートの運動とともにトラフ軸近傍でのすべり欠損レートを明らかにし、トラフ軸近傍でのプレート間固着の現状把握に努める。また、南海トラフ地震の破壊開始点付近および1944年の東南海地震のすべり域において、各2ヶ所にOBEMを設置して海底電磁気探査を実施する。得られたデータに熊野灘中央海域で取得済みのデータも加えて、潮岬沖から熊野灘にかけての南海トラフ地震の破壊開始点近傍や破壊域において走向方向の比抵抗構造の空間変化を把握するとともに、同海域の想定震源域の浅部から深部までの広範囲にわたる三次元比抵抗構造を最新の解析手法（たとえば、黒田ほか, 2023）を用いて明らかにする。

南西諸島海溝では、宮古海峡の2ヵ所において、各点につき期間中に1回の海底地殻変動観測を実施する。得られた結果をもとに、対象海域の北東側ですでに見つかっている固着域（Tadokoro et al.,2018）の南西側の広がりを明確にする。すべり欠損レートからは地震モーメントの平均蓄積レートが得られる。さらに、固着域の広がり（断層面積）が明らかになれば、断層面積と地震モーメントのスケーリングから、発生しうる海溝型地震の大凡の規模を決めることができる。両者をふまえて当該海域の平均的な地震発生間隔の推定を行う。

令和6年度は南海トラフへのOBEMの設置を行う。

令和7年度はOBEMの回収を行うとともに、南海トラフでの海底地殻変動観測を実施する。

令和8年度は海底電磁気探査の解析を行い、三次元比抵抗構造を明らかにする。

令和9年度は南西諸島海溝において海底地殻変動観測を実施する。

令和10年度は南海トラフでの海底地殻変動観測を実施するとともに、南海トラフ、南西諸島海溝沿いの両海域におけるプレート間固着状態を明らかにする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

比抵抗探査については、潮岬沖の7観測点においてOBEM観測を実施した。OBEMの投入および回収は、いずれも東京大学大気海洋研究所の研究船共同利用枠を活用して実施した。観測期間は2ヶ月と比較的短期間であったものの、期間中に地磁気嵐が発生したことにより良好なデータを取得することができた。さらに宇宙天気の専門家と連携することで、地磁気嵐発生時を高サンプリングレート観測の実施期間に含めることに成功した。これにより、短周期までのMTレスポンスを推定できると期待される。また、既存データの解析により解明した日向灘および熊野灘下の比抵抗構造について、論文を出版した［Nakamura et al., 2025; Kuroda et al., 2025］。加えて、2002年に熊野灘で取得した過去の仕様の異なるOBEMデータ［Kasaya et al., 2005ほか］についても検討を進め、一部データの再活用を実現した。これにKuroda et al.(2025)によるデータおよび2024年に取得したOBEM観測データを統合し、三次元比抵抗構造モデルを更新した。その結果、1944年東南海地震の破壊開始点の浅部において、熊野酸性岩体との関連を示唆する比抵抗構造境界が推定された。

海底地殻変動観測については、船舶の運航状況の都合で南西諸島海溝での観測を行うこととした。観測点は図のRKDおよびRKBの２ヵ所である。実施日は、RKDが2025年12月11～12日、RKBが2026年1月13～15日である。当初はRKCでも観測を行う予定であったが、海況悪化のためやむを得ず中止した。また、昨年度までに実施した観測（RKB：2011～2024年，計12回；RKC：2016～2023年，計4回；RKD：2016～2022年，計4回）で取得したデータの再解析を行った。なお、船のGNSS測位はRTKLIB 2.4.3［Takasu, 2020］を用いてPPP解析を行っているが、その際の搬送波位相誤差に関するパラメタを見直した。具体的には、得られた測位解の上下成分の時系列をNAO.99b［Matsumoto et al., 2000］による理論潮汐と比較することで最適なパラメタを設定した。ただし、設定後のパラメタを用いた解析は一部のエポックのみに適用した段階である。また、これまではITRF2005準拠で行っていたが、GEONETのF5解と合わせるためにITRF2014準拠で再解析した。再解析の結果による変位速度は、沖縄本島～宮古島間に対してRKBが北西に0.4 cm/年，RKCが西に1.8 cm/年，RKDが南東に2.3 cm/年であった（図）。ただし、これらの結果は暫定的なものである。今後、前述のPPP解析の際のパラメタ設定を全てのエポックに対して適用し、海底局位置も再決定する計画である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

南海トラフ地震の破壊の開始やすべりを理解するためには、想定震源域全体の物性分布を明らかにすることが不可欠であり、特に比抵抗構造から推定される間隙流体分布の解明が重要である。今年度の成果として明らかになった熊野灘における比抵抗構造は、プレート境界地震／すべりと間隙流体分布との間に関係があることを示しており、将来的な南海トラフ地震の想定の高度化にも役立てられると考えられる。
南西諸島海溝においては、2022年に地震調査研究推進本部から長期評価が示されたが、当該海域における海溝型地震の発生確率は不明であり、GNSS-A等の観測が重要であるとされている。したがって、南西諸島海溝における海底地殻変動観測結果は、当該海域における海溝型地震のポテンシャルを明らかにするとともに、長期評価の高度化に資する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kuroda,M., H. Ichihara, T. Goto, T. Kasaya, T. Matsuno, H. Iwamoto, and K. Tadokoro, Three-dimensional resistivity structure in the Nankai Trough off Kumano inferred using marine magnetotelluric investigations, Earth Planet Space, 77:197, doi:10.1186/s40623-025-02296-5, 2025., 査読有, 謝辞無

Nakamura, H., H. Ichihara, T. Goto, T. Matsuno, N. Tada, M. Kuroda, and S. Sato, Geoelectrical evidence of fluid controlling slow and regular earthquakes along a plate interface. Sci Rep, 15, 17077, doi: 10.1038/s41598-025-01440-1, 2025, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

黒田真奈加・市原　寛・後藤忠徳・笠谷貴史・松野哲男・田所敬一・岩本久則・大田優介・赤松祐哉・白石和也・三浦　亮，南海トラフ熊野灘における海底電磁場データを用いた三次元比抵抗構造の推定，地球惑星科学連合大会，幕張，2025年5月.

丹森啓介・田所敬一，オープンソースコードGARPOSを用いた南西諸島海溝における海底地殻変動解析，地球惑星科学連合大会，幕張，2025年5月.

市原 寛・黒田真奈加・中村捷人・田所敬一・笠谷貴史・多田訓子・大田優介・後藤忠徳・岩本久則・松野哲男，熊野灘・日向灘における比抵抗構造の解明，海と地球のシンポジウム2025，2026年3月，東京.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

比抵抗探査については、南海トラフにおける走向方向の間隙流体分布をさらに高密度に明らかにするため、熊野灘の西側―潮岬の海域のうち観測の空白域となっている領域で5地点程度においてOBEMの設置および回収を行う。観測期間は３ヵ月程度を見込んでいる。OBEMによって2025年度までに取得したデータも含めて比抵抗構造の解析を行う予定である。

海底地殻変動観測については、令和７年度に実施できなかった南海トラフ軸における観測を実施する。トラフ軸を挟んだ２ヵ所で各１日程度の観測を行う。このうち１ヵ所については、OBEMの回収と同じ航海で実施する予定である。過去のデータに対するクオリティチェックも含め再解析を行い、沈み込むプレートと海溝軸近傍の陸側プレートの運動をより高精度で明らかにする。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

田所敬一（名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター）, 市原　寛（名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター）

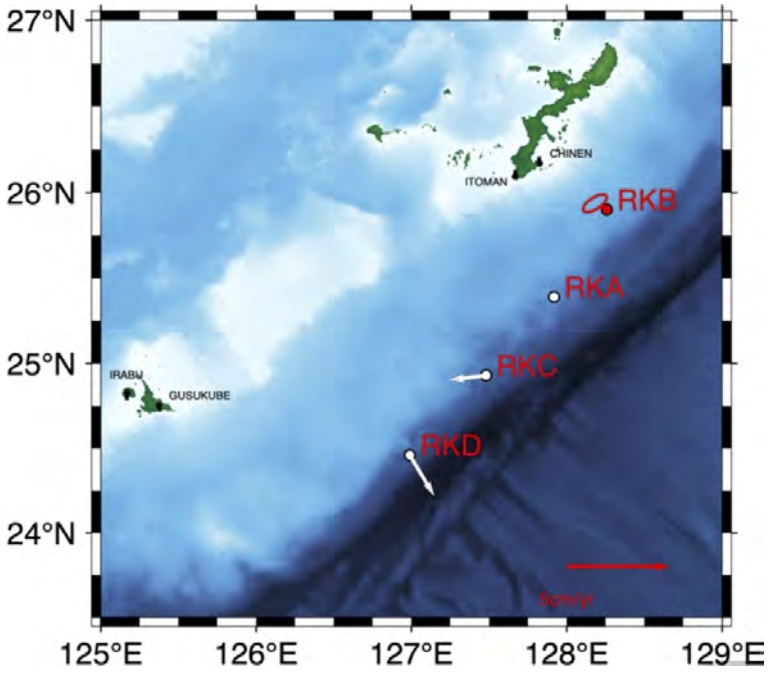
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター
電話：052-789-3042
e-mail：tad@seis.nagoya-u.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：田所敬一
所属：名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター



図：南西諸島海溝沿いの海底地殻変動観測結果（暫定）
宮古海峡ブロック（沖縄本島ー宮古島間のブロック）を固定した時の変位速度ベクトルを示す。

令和７年度年次報告

課題番号：NGY_04

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震波を用いた地盤強度と地下水のモニタリング手法の開発
（英文）Development of ground strength and groundwater monitoring method using seismic waves

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

本研究では地震波伝播特性の斜面崩壊・地盤変状に繋がる地下水位や地盤強度の変化を捉える手法の開発を目指す。この5ヵ年で、地震波伝播特性の変化を説明可能な地下水－地盤強度モデルを構築し、検証する。このために様々な地形、地質条件下における地下水の移動および地盤強度の変化と、これに対する地震波の応答を観察し、モデルの適用可能性を検証する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

R6, 7年度には、愛知県豊橋市に設置された人工震源装置を用い、周囲の地すべり地形地、平坦地、また、地下水位の高低の異なる複数地点に地震計を設置し臨時観測を行う。臨時観測においては、まず地震計アレイを構成し、伝播速度から波群を同定する。その後、1ないし2台の地震計を用いて1年以上にわたる連続観測を実施し、降雨、地下水位と地震波伝播特性の変化の比較を行う。人工震源装置周辺には古生代チャート層傾斜地、砂岩層傾斜地、沖積層平坦地があり、様々な岩相や条件に対する応答の違いを得られる。得られた応答を分類整理し、地下水位と地盤強度の変化を反映する地震波伝播特性のパラメータの探索とモデル化を行う。人工震源装置を用いた観測に加え環境震動を用いた観測も行い、環境震動からの検討も行う。新たな観測データにこれまでに静岡県森町で得られた地震波伝播特性の変化と降雨・地下水位のデータも加えて解析を行う。合わせて、開発中である可搬型の震源装置の整備を行う。
R8-10年度には、前半で様々な場所での地震波伝播特性の変化のメカニズムを押さえた上で、可能ならば、地震計および可搬型の震源装置を地すべり地形地などの斜面崩壊危険地周辺に持ち込み、これらの地震波伝播特性を長期モニタリングする。降雨や地盤変形を同時にモニタリングし、地震波伝播特性のパラメータがどのように応答するか検討する。強震動の入力があれば強震動による擾乱も検討する。諸般の事情により地滑り危険地周辺に地震計を設置できない場合も考えられるが、少なくとも緩傾斜地や弱い地盤において、地盤強度の時間変化を、地震波伝播特性を用いて可視化することを目指す。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

R6年度に引き続き、静岡県森町で得られた人工震源システムACROSSによる地震波速度の変化と降雨・地下水位の関係のモデル化を行った。また、愛知県豊橋市において、ACROSSの近傍に新規に地震計の設置を行い、降雨との関係の調査を開始した。土石流発生地のモニタリングのための小型ACROSS震源装置の開発を行い、土石流多発地帯での地震波速度モニタリングに導入する準備を整えた。

1. 降雨・地下水位の関係のモデル化

静岡県森町に設置した定常人工震源システムACROSSと約3 km離れた地点に設置した14個の地震計の地震計アレイによって観測した約10ヶ月にわたる観測記録を使用した。まず、観測記録を既知の震源関数でデコンボリューションすることにより、帯域制限されたグリーン関数に対応する伝達関数を得た。この伝達関数の後続波（コーダ波）部分に対してコーダ波干渉法を適用し、時間変化を求めた。dv/vの時間的変動は長期的変動と短期的変動の両方を示した。一方、雑微動干渉法やP波・S波の走時解析によって検出したdv/vの時間変化では、長期的変動は検出できるものの短期的変化の検出能力が劣ることが明らかになった。これらの2つの時間スケールの速度変化は、降水量を入力とする多孔質弾性モデルを用いて表現でき、距離と拡散係数で表されるパラメータで統一的に説明できることが明らかとなった。短期的変動は降雨とよく対応することが確認された。短期的変動は降雨による応答であり、長期的な変動は、地下水位の変動によって生じる亀裂密度や流体飽和度の変化を反映している可能性がある（図1）。

2. 豊橋市における降雨・地下水位のモニタリング

愛知県豊橋市に設置した定常人工震源システムACROSSと約800 m離れた地点に設置した地震計によって地震波モニタリングを開始した（2025年10月～）（図2）。震源方向と直交方向の震動成分毎の走時変化をモニタリングし、上記の森町での10ヶ月の速度変化観測で得られた降雨・地下水位の関係モデルを下敷きとして、多孔質弾性モデルによる表現を適用することで、モデルの妥当性と汎用性を検証する。

3. 小型ACROSS震源装置の開発と試験観測>

土石流や地すべり地形地をターゲットにした機動観測に適した小型ACROSS震源装置を開発し、1ヶ月間の連続運用を行なって基本データを取得した。震源装置はAC 100 Vで運転でき、総重量は約100 kgであるが、分解すると各パーツ重量20 kg以下で、人力で充分安全に設置・運搬できる。偏心錘の回転による遠心力で地震波を発生し、出力は20 Hzで約200 kgfである。本震源装置を静岡大学内の観測井（深さ18 m）に設置し、およそ1 kmの範囲の地表に地震計を設置して波形を取得した（図3）。その結果、震源距離1 kmでも1時間程度のデータスタックで信号が検出できた（図4）。また約1ヶ月間の運転期間中、震源装置は位相ずれゼロ(1/1000回転未満)で、メンテナンスフリーで安定して運転でき、商用電源が確保できれば遠隔地でも安定して運用可能であることが示された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、地震波を用いて地盤特性の変化を検出する手法の開発を目的としており、建議の「3-(1)-ウ: 地震動に起因する斜面崩壊・地盤変状の事前評価手法」に対し、その目的達成に向けて、基礎的な科学的知見を得るために実施している。地震波の伝播特性からの地盤強度や地下水位に関する情報の検出とモデル化に成功すれば、将来的に地滑り危険度の閾値などの他研究からの定量的な評価を加えることにより、地震波を用いた地滑り危険度の時間変化のモニタリングの実装につながり得る。また、地震波を用いた地震時地すべりに特徴的な地質構造の抽出、より潜在的危険度の高い斜面の特定手法の開発といった、地すべりや地盤崩壊そのものの研究にも発展可能である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

小池遥之・山岡耕春・渡辺俊樹・生田領野・岡田宏太・田中宏明,2025,小型震源装置の開発と試運転, JpGU Meeting 2025, STT41-P07.

馮晨・渡辺俊樹・生田領野・山岡耕春・辻修平,2025,精密制御定常震源システムACROSSを用いたコーダ波干渉法による地震波速度の時間変化の推定, 日本地震学会2025年度秋季大会, P13-03.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

R8年度には、愛知県豊橋市で実施している連続地震波信号の観測、降雨や地下水位の観測を継続し、地震波伝播特性の変化の検出とモデル化を行う。可搬型の震源装置と地震計を地すべりや土石流などの斜面崩壊が懸念される地域周辺に持ち込んで設置し、地震波伝播特性を長期モニタリングする観測を実施する。まず地震計アレイを構成し波群を同定したのち、1年以上にわたる長期観測を実施したい。技術面以外の諸般の事情により計画している土石流発生危険地周辺に震源装置や地震計を設置できない場合は、改めて他の緩傾斜地や軟弱地盤における観測を目指す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

渡辺俊樹（名古屋大学大学院環境学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
生田領野（静岡大学理学部）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：
URL：https://www.seis.nagoya-u.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：渡辺俊樹
所属：名古屋大学大学院環境学研究科

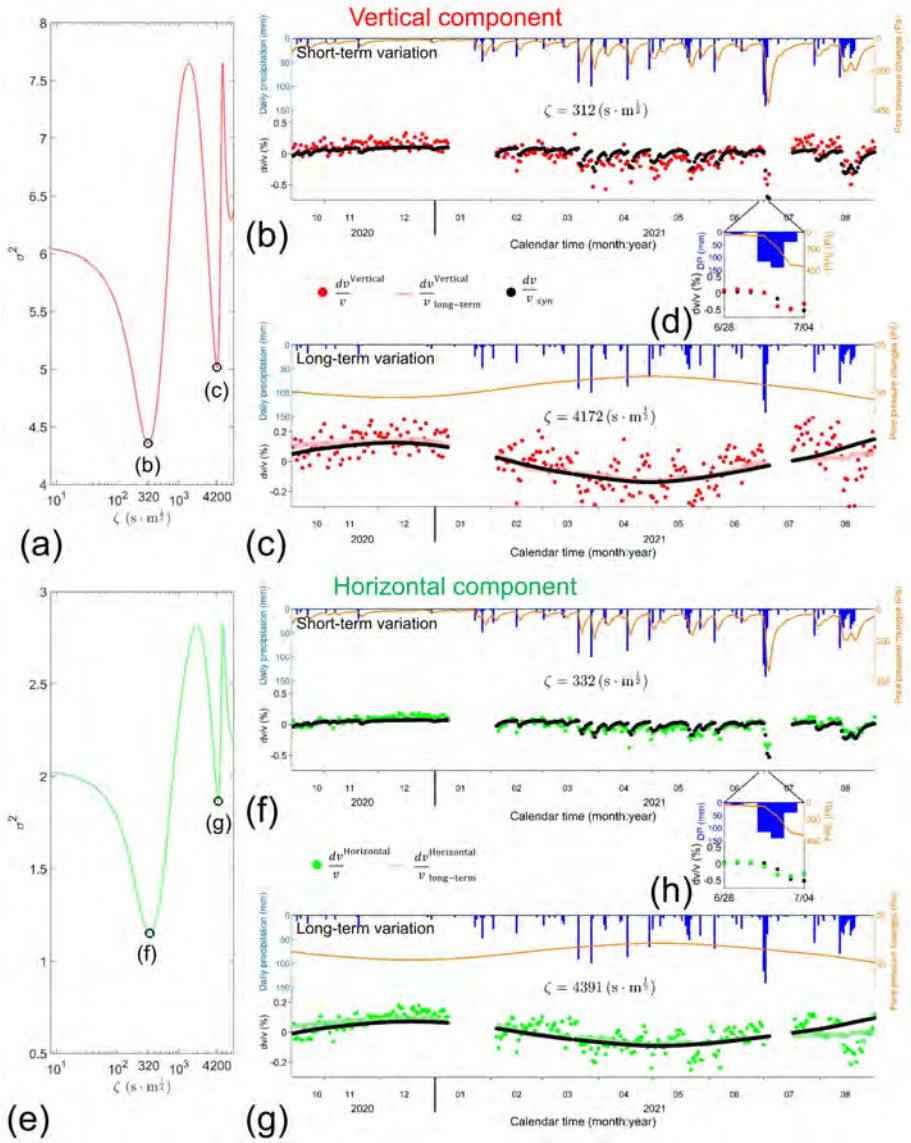


図1：地震速度変化の多孔質弾性モデルによる最適化。
(a), (e)の極小値を与える2つのζ値（距離と拡散係数で表される）がそれぞれ短期的変動(b), (f) と長期的変動(c), (g)をよく説明する。



図2：豊橋市国有林内に設置した地震計と雨量計。

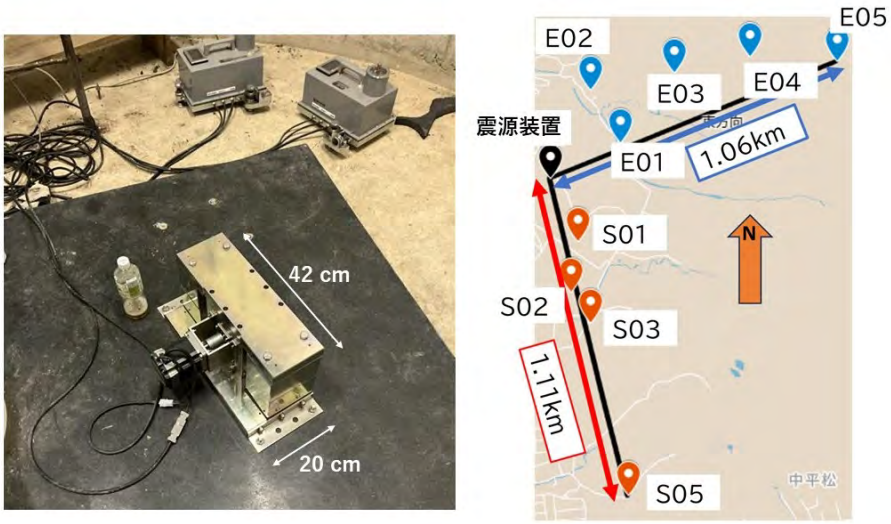


図3：静岡大学に設置した震源装置と地震計配置。

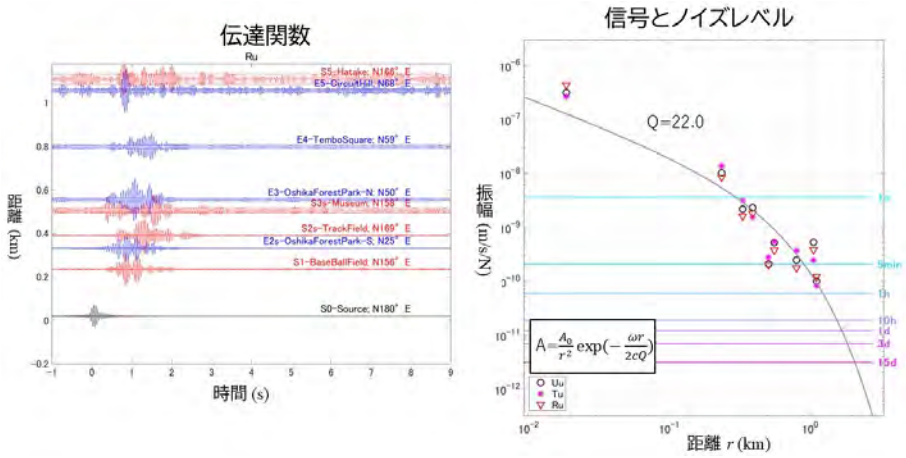


図4：観測された信号の距離減衰。
内部減衰と1/(距離二乗)の幾何減衰を仮定するとQ値=22でよくフィットする。

令和７年度年次報告

課題番号：NGY_05

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ地震対策の地域的最適解に関する文理融合型研究
（英文）Interdisciplinary research on the Nankai Trough earthquake countermeasures: searching for optical local solutions

（3）関連の深い建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

（4）その他関連する建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

ハザードに関する理学的知識は減災対策に必須であるが、ハザードの災害としての立ち現れ方は地域の社会的文脈に規定され、多様な形態をとる。本研究は災害の発生に影響を及ぼす社会的要因も視野に入れ、ハザードが災害に転化するメカニズムを学際的な観点から解明し、防災の地域的最適解を導くことを目的とする。

具体的には、南海トラフ地震・津波対策地域を対象に、地震学、社会学、地理学の研究者が都市や漁村など性格の異なるいくつかの共通の調査地に対して各々の専門分野の観点からアプローチし、ハザード、社会構造、土地利用に関する調査知見を共有し、地域性に即した防災の最適解を導出する。また、そうした事例調査を踏まえて地域防災を類型論的に把握し、地域類型に即した防災リテラシーの条件や課題を明らかにする。さらに、コミュニティや自治体と連携して防災力向上のための実践的な働きかけを行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

地域防災の類型として、現時点では、事業所が集積する大都市型防災と、過疎高齢化が進む漁村型防災の2つの類型を想定している。

大都市型防災に関する研究課題として重視したいのが、第1に、コミュニティと事業所の防災連携を規定する条件の解明である。昼夜間人口比の大きさや近隣関係の希薄さといった大都市の地域特性を考慮するなら、災害（特に日中の）に対するコミュニティの対応において事業所との協力は重要な課題となる。地域防災協力事業所制度の活用状況等を手がかりに、協定を締結しているコミュニティや事業所、同制度を所管する行政機関に聞き取りを行い、この課題にアプローチする。研究課題の2つ目は、ハザードや防災に関する科学知を受容するための条件の解明である。大都市は人口の流動性が高いため、過去の災害経験の地域的な継承が困難である。また、居住地の地形や生態学的条件に関する知識も乏しいと予想される。そのような地域的文脈においてハザードや災害に関する科学知を実効性のある防災につなげるための社会的条件を解明する。事例調査の対象地は、名古屋市南区の低地部と高知市中心市街地の沿岸地域を予定している。本研究課題では東海地域の防災を主眼としているため、名古屋市南区のほうがメインの研究対象となるが、高知と比較することで名古屋の防災の地域特性をより明確に把握することを目指す。なお、名古屋と高知のハザード（地震と津波）や地形条件などに関する地域特性については、地震学や地形学といった自然科学の研究者をメンバーに加え、それを踏

まえて予想される被害について具体的なシミュレーションを行う。
漁村型防災に関しては、生業と結びついた資源管理の仕組みがある種の防災機能を兼ねていることが予想される。その実態把握を通して、地域に特有の防災知がもつ可能性や限界を解明する。また、漁村は過去の災害経験の継承や地域の自然条件に関する知識という点では大都市よりも有利な立場にあるが、高齢化が進んだ地域であるため、科学的リテラシーに関しては不利な立場にあると想定される。そこで、漁業関係者や自主防災組織のリーダー、行政機関にヒアリング調査を行い、それを踏まえて生業（漁業）とリンクした防災知・災害文化と、ハザードに関する科学的知識や防災対策の関係（連動と齟齬）について分析する。事例調査の対象地は、三重県南部沿岸地域と岩手・宮城県三陸地域の漁村被災地を予定している。大都市の場合と同様、東海圏である三重県南部のほうをメインの研究対象とするが、三陸漁村と比較することで三重漁村の防災の特徴を明確化することを目指す。また、ハザードや自然条件等の地域的特性に関しては、大都市の場合と同様の被害シミュレーションを行う。
基本的な調査デザインは以上の通りであるが、突発的に発生する地震・津波災害にも対応して調査を行い、南海トラフ地震対策にフィードバックすることを心がける。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

昨年度に引き続き、三重県大紀町錦地区を事例に漁村型防災に関するフィールド調査を実施し、得られた知見について学際的な検討を加え、以下の知見を得た。

（1）ハザードの影響・対策の地震学的検証

大紀町はこれまでに繰り返し地震津波に襲われており、次の南海トラフ地震でも甚大な津波被害が予測されている。そこでまず、過去の南海地震（安政の地震や昭和の東南海地震）において錦地区のどの場所でどのような津波被害が発生したのかを歴史資料に依拠して分析し、ハザードリスクの空間的分布を明らかにした。次に、同町における現在の津波避難計画の有効性を検証した。錦地区内には30ヵ所の避難所が徒歩5分圏内に配置されている。これらのすべての避難所が、最大規模の地震が発生した場合も、揺れが収まった後すぐに避難を開始すれば、津波浸水深（30cm）と津波の到達時間（20分）の両面において安全であることを明らかにした。

（2）防災と生業・生活の分離

第2に、錦における地域防災を歴史的な観点から分析した。漁村地域である錦では生業組織と生活組織が一体化し、漁業収益が住民自治の資金源としても活用されるなど、地域が組織的、財政的に高度の自律性を有していた。地域の防災もそうした仕組みの中で成立していた。それに対し、90年代以降に行政主導で推進された現行の震災対策はハザード対策に特化し、防災と生業・生活との結びつきが欠如していること、またそうした変化が生み出された構造的要因として高度成長期以降の一連の開発（芦浜原発立地計画、中部国際空港建設事業）が大きな重要性をもつことを、現地での聞き取り調査や資料分析で明らかにした。その結果として、錦の現行の地域防災は、津波避難対策に関して先進性をもつ一方で、地域の中長期的な持続可能性という点では脆弱な状態に置かれていることを指摘した。

（3）事前高台移転計画の検証

現行の津波避難計画が有効であることも、「自力で迅速な避難ができる健常者であれば」を前提とするものであった。しかし極度の過疎高齢化を背景にそうした前提が成り立たなくなったため、数年前から町は希望する要支援高齢者を事前に高台に移転させる取組みを検討、推進している。この事前高台移転計画を高齢者や住民はどのように受け止めているのかを町が実施した意向調査の結果や現地で実施した聞き取り調査を通して検証し、同計画の津波対策としての合理性と高齢者（住民）の居住地選択の合理性には様々な齟齬があることを明らかにした。

以上のような学際的な研究成果を理学系の学会や名古屋大学内のシンポジウムで発表し、学会誌への投稿論文や紀要論文としてまとめた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

次期研究計画における「地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究」では、地震現象に関する自然科学的理解を共有し、かつ「災害の発生に深く関係する人間の自然認識や行動と社会構造を理解する」ことで防災力を向上させることが目標とされている。本研究は今年度、三重県の過疎漁村における震災対策の実効性やガバナンスの解明に学際的（地震学、地理学、社会学）に取組み、そうした研究課題に一定の貢献ができたと考えている。三重県の漁村防災に関する調査は一段落着い

たので、次年度以降は調査対象地を変更して同様の分析を行い、巨大地震対策に対する地域社会の脆弱性とレジリエンスの地域特性について理解を深めたい。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Muroi Kenji, Takahashi Makoto and Tadokoro Keiichi（2026 ）Depopulated Fishing Village under the Prediction of Nankai Trough Earthquake: Social Vulnerability and High Ground Relocation Planning in Taiki-cho, Mie Prefecture, Journal of Disaster Research, Vol.21, 査読有, 謝辞有

室井研二・高橋誠・田所敬一（2026）防災の歴史的変容と脆弱性―三重県漁村地域の南海トラフ地震対策を事例に―, 『名古屋大学社会学論集46』., 査読無, 謝辞無

室井研二（2025）東日本大震災後に防災は強化されたのか, 『月刊　地球/ Vol.47, No.5』, 270-279．, 査読無, 謝辞無

高橋 誠・木村玲欧（2025）総論 : 特集「防災リテラシー」, 『月刊　地球/ Vol.47, No.5』, 237-243, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

室井研二, 過疎漁村の南海トラフ地震対策と地域の持続可能性　三重県大紀町の事例」, 令和7年度（第13回）名古屋大学減災連携研究センターシンポジウムこれからの防災：都市・地方・ネットワーク

室井研二・高橋誠・中世古二生, 2025, 過疎高齢漁村の津波防災と持続可能性―三重県大紀町錦の事例―, 日本地球惑星科学連合2025年大会

高橋誠・室井研二・中世古二生, 2025, 三重県大紀町錦におけるコミュニティベースの津波避難計画の可能性と限界性, 日本地球惑星科学連合2025年大会

室井研二・田所敬一, 2025, 地域から考える《南海トラフ地震》―紀伊半島の漁村をめぐって, 第21回名古屋大学ホームカミングデイ環境学研究科企画公開ワークショップ

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

能登半島地震の防災、復興課題に関する学際的研究

2年間経っても放置されたままの現状をどう理解するか。地震と豪雨の複合災害に対する防災をどう構想するか。南海トラフ地震対策に関してどのような示唆が汲み取れるか。以上のような問題関心に依拠して、来年度からは能登半島の津波・水害被災地を対象に、以下の点に関する調査計画を設計し、学際的な実地調査を開始する。

・被災地全域の地震リスク分布、被害や復興の地域差を把握するための現地視察
・生活の現状、ハザード認知、地域の将来展望に関するサーベイ
・複数の地区を対象とした、ハザードリスクや脆弱性に関するフィールド調査

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

室井研二（名古屋大学環境学研究科）, 高橋誠（名古屋大学環境学研究科）, 田所敬一（名古屋大学環境学研究科）, 田中重好（尚絅学院大学）, 黒田由彦（椙山女学園大学）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：室井研二
所属：名古屋大学環境学研究科

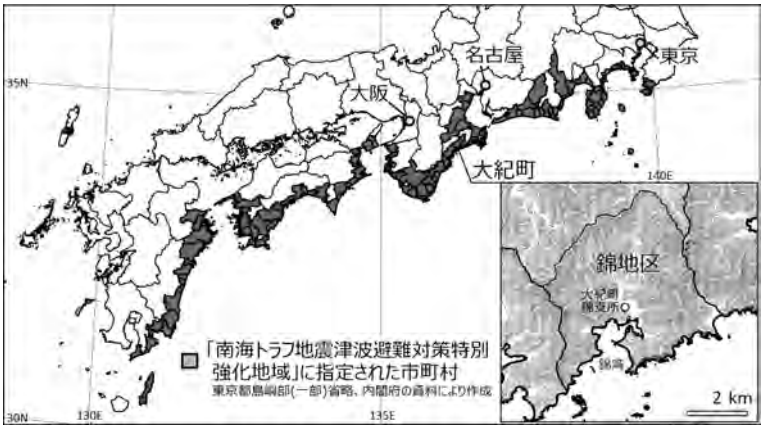
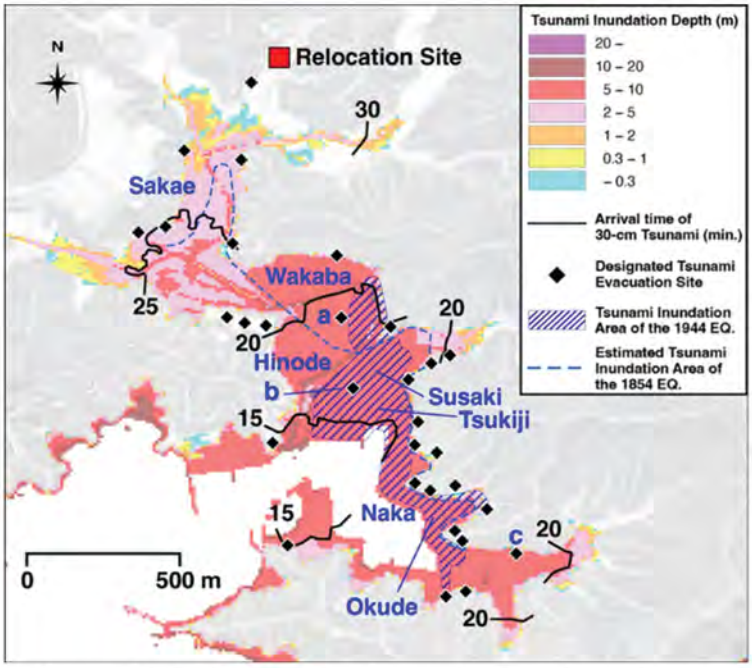


図1　三重県大紀町錦地区



Note: a: Nishiki Tower, b: 2nd Nishiki Tower, c: Former Nishiki Junior High School.

注：国土交通省「国土数値情報（津波浸水想定データ）」、国土地理院「指定緊急避難場所データ」、大紀町錦地区津波ハザードマップをもとにQGISにて作成。

図2　最大クラスの南海トラフ地震による津波浸水想定と津波の指定緊急避難場所

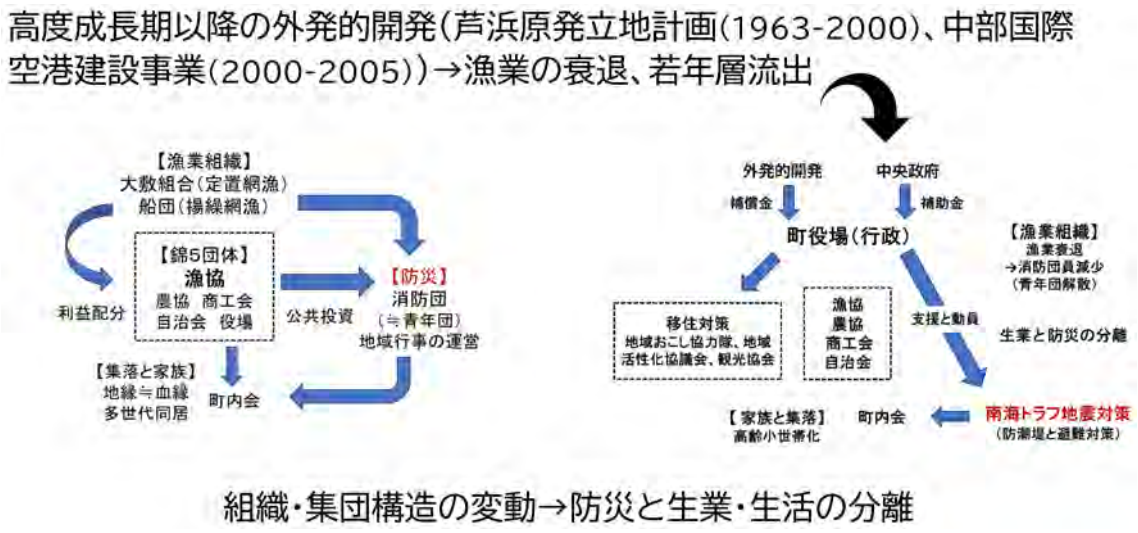


図3　脆弱性の歴史的形成

令和７年度年次報告

課題番号：NGY_06

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地表地震断層の特性を考慮した断層近傍の強震動ハザード評価
（英文）Strong ground motion prediction considering characteristics of surface earthquake faults

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（4）その他関連する建議の項目：

３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法

（5）本課題の５か年の到達目標：

内陸地震の被害軽減にとっては、震度６強や７の強震動発生を高精度で予測し、不確実性も含めて住民に説明することが求められる。本研究は、地表地震断層や震源断層浅部の断層運動と、強震動および建物被害との関係を分析することにより、地震断層近傍の強震動予測手法の確立を目指す。近年の地震本部の活断層重点調査においても強震動の試計算が始まっているため、当初は屏風山・恵那山断層帯を事例として取り扱い、徐々に他の重点調査の結果に基づく取り組みにも拡大させる。

当研究グループは、これまでの実績に基づき、大学の変動地形学研究チームと防災科研の強震動研究チームが連携して強震動評価手法の改良に着手する。その際には、1)活断層と地表地震断層の関連、2)断層の破壊の不均質性（特に断層浅部での滑り速度時間関数の形状）、3)破壊開始点と破壊伝播の予測、が重要な鍵を握る。また新たに、断層破壊のシミュレーションを進める大学の地盤力学研究グループとも議論を深める。

今期の5年間で、近年地震断層が出現した事例において断層近傍の変形を再検討する。また、地表まで達する断層面全体をモデル化し、断層変位および地盤変形と断層ごく近傍域での強震動を同時に説明可能なモデルを提案し、その妥当性について検証する。さらにその防災活用についてワークショップを開催してリスクコミュニケーションを重視した検討を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

従来接点の少なかった活断層研究グループと強震動研究グループと地震防災研究グループの連携を強化して、課題解決を目指す。

活断層研究グループは、現地調査および既存資料から、地震時の断層変位および地盤変形データを解析するとともに、建物被害や墓石倒壊の空間分布を明らかにする。とくに断層線上の短波長変形のみでなく、LiDAR差分やSAR画像解析により断層近傍に現れる長波長変形にも注目する。これにより地震時の断層変位を含む地盤変動像を解明し、被害分布との関係を議論する。Ｒ6～7年度は熊本地震の地震断層近傍の長波長変形調査、Ｒ８～９年度は糸静線等における調査、Ｒ10年度は長波長変形の強震動に与える影響を検討したい。

強震動計算グループは、断層ごく近傍強震動の事前評価の高度化のため、活断層情報や変動地形学の知見を取り入れた強震動生成モデルに関する研究を実施する。まず、地表地震断層形状と変位量等

の情報を断層モデルに反映可能な形式にデータ変換する方法を検討する。また、最新の地震学的知見を取り入れつつ活断層情報を反映させるのに適した強震動計算方法を検討する。それらを踏まえ、過去の複数の被害地震を対象として、整備された活断層データおよび活断層周辺の浅部地盤構造を強震動計算用断層モデルに反映させ、強震動予測結果と地球物理学的観測記録や建物被害分布との整合性を高める事例を増やすことで、断層近傍強震動予測に関する課題を抽出する。Ｒ６～８年度は強震動予測のための地表付近の詳細なモデル化手法検討、Ｒ９～１０年度は強震動の試算とモデル改良を行う予定である。

地盤力学グループは、弾塑性地盤力学による地表地震断層の再現、弾塑性地盤力学による断層破壊に伴う波動発生に関する検討を進める。Ｒ６～８年度は、弾塑性計算による各種地表地震断層形態の再現、Ｒ９～１０年度：地盤条件に応じた生成波動の特徴の理解断層破壊モデル計算による地表地震断層の再現を検討する。

また、地震防災検討グループは本研究の成果を地震防災に役立てる方策を検討する。検討地域のコミュニティーに対して情報を発信し、双方向のリスクコミュニケーションを行い、不確実性の高い予測結果の扱いを議論する。これまでの取り組みをベースに、Ｒ６～７年度は屏風山・恵那山断層の新たな強震動予測結果に関するリスクコミュニケーションを試行し、Ｒ８～１０年度は不確実性を含む断層近傍の強震動計算結果の伝達手法の体系化を検討する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は定期的に６回の研究会と、現地検討会を開催し、研究グループ間の知見の共有と議論を深めた。活断層研究グループは、令和７年度は昨年度に引き続き，能登半島地震の地震被害と活断層の関係を検討した。国土地理院1:25,000活断層図作成において、富来周辺や輪島周辺などで、従来確認されていなかった活断層の存在を明らかにし、そのうち数地点においては既存の活断層が地震時に再活動したことを確認した。また断層トレースの直近において局所的に甚大な被害が発生していることを確認した。強震動グループは、詳細な地表地震断層を強震動計算用の断層モデルに効率的に組み込むためのツールを開発し、主要な断層帯に適用して強震動計算を行った。また、活断層グループと合同でモンゴルにおける微動観測と強震動予測に取り組んだ。地盤力学グループは独立にモデル計算により深部断層と地表断層の形成メカニズムを検討し、地盤の破壊に伴う震動発生を検討した。地震防災研究グループはミャンマー中部マンダレーを震源として発生した地震の際の被害映像を分析した。地震防災検討グループは、2025年ミャンマー地震の際の現地映像を分析して、活断層の断層運動および断層近傍における地震動が周辺の被害に及ぼす影響について検討した。各グループの検討内容は以下の通り。

1) 強震動グループ：変動学的知見等を踏まえた詳細な地表地震断層の属性を組み入れたモデルに基づく強震動計算の高度化に資するため、複雑な断層形状や不均質媒質を断層モデルに効率的に反映させる断層モデル構築ツールを開発するとともに、昨年度に引き続いて2016年熊本地震の地震断層や、主要活断層帯である三浦半島断層群、中央構造線断層帯について、詳細な地表断層形状を反映させた強震動の試算を行った。また、まだ調査が十分に行われていない地域における断層周辺強震動ハザード評価手法の高度化に資するため、活断層グループと合同でモンゴル・ウランバートル市内の断層調査地点周辺において微動観測を実施した。観測データの解析により推定される断層をまたぐ範囲の地盤モデル推定を行い、日本の強震動予測手法「レシピ」に従う震源モデルと経験的地震動予測モデル(Ground-Motion Model; GMM)を用いて面的地震動分布を試算した。なお、GMMについては、強震観測記録をフルに活用することによりモデル高度化と確率論的ハザード評価等における利活用を促進する取り組みに着手しており、断層近傍強震動ハザード評価高度化にも資することが期待される。

2) 活断層研究グループ：国土地理院の1:25,000活断層整備の一環として「富来」図幅、「輪島図幅」の作成に携わった。従来確認されていなかった活断層の存在が明らかとなり、数地点において既存の活断層がこの地震時に再活動したことを現地調査により確認した。その活動は活断層の固有な活動に比べると小規模で、ズレのセンスも異なることがあったが、断層トレースの直近において局所的に甚大な被害が発生していることが確認された。こうした事実は能登半島の北方沖合に位置する海底活断層（逆断層）の上盤側において最大20km近く離れた場所の活断層が付随的な活動を起こし得ること、その活動は固有規模の活動より遙かに小さいものであっても局所的な強震動を発生させうることを明らかにした点で、地震防災上の重要性は高い。なお、能登半島の東方海域においては従来確認されていない、沿岸近くの海底活断層の存在も確認された。

3）地盤力学グループ：2016年熊本地震の際に地表地震断層の極近傍で発生した建物被害は、浅部地盤の変形に伴って発生する特異な加速度に起因するのではないかという仮説に対する力学的正当性を数値解析により検証した。深度50 mまでのごく浅部地盤領域を対象とし、領域底面に 1 m/s の一定横ずれ相対変位速度を与える三次元動的弾塑性解析を実施した。地盤は全体を弱く固結した軟岩相当の仮想材料として一様に設定した。この結果、地盤の変形から脆性破壊に至る過程で波動が生成され、断層直上の地表面では最大 2000～3000 gal 程度の水平加速度が発生する様子が再現された。入力した断層変位速度は一定、すなわち“静的”であるため、この応答加速度はもっぱら浅部地盤体積領域の変形により発生したものと言える。このことは、従来「地表地震断層」は地震動を生じないと考えられてきたが、その形成過程において、断層線直上のごく狭い範囲に限定されるものの、強震動を生じ得る可能性が数値解析的に裏付けられたことを示す。また、断層直上領域では地盤の体積領域の変形に伴い、水平加速度と同程度の鉛直加速度も発生した。鉛直方向に突き上げるような加速度が水平加速度と重ね合わさることで、断層直上の建物被害の甚大化に寄与した可能性が示唆される。
4）地震防災検討グループ： 本年度は当初の計画を変更して、活断層の断層運動および断層近傍における地震動の評価が周辺の被害に及ぼす影響について検討することとした。2025年3月28日に発生したミャンマー地震においては、ザガイン断層の断層運動や、周辺での揺れの様子、送電鉄塔の倒壊などの被害を記録した映像がSNSに投稿されており、岐阜大学が中心となって動画解析を行った。まずピクセルトラッキングを適用し、フリングステップの動的変位とそれに伴う振動変位、強震動による振動変位の3成分を分離して評価するとともに、現地での入力加速度波形を推定した。さらに、送電鉄塔の倒壊などの時系列とフリングステップおよび入力地震動の時系列を比較することで、被害発生過程について考察を行った。我が国では、津波や土砂崩れなどによらない地震による送電鉄塔の倒壊事例はほとんどほどしかなく、平成以降で発生したものは阪神・淡路大震災で倒壊したものだけであり、貴重な成果が得られた。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

内陸地震の被害軽減において、地表地震断層近傍における強震動発生メカニズムを解明し、予測可能にすることは極めて重要である。従来から地表地震断層近傍における甚大な被害は確認されてきていたが、強震動学においては断層浅部2km程度は強震動を発生させないと見なされてきた。一方、地盤工学においては近年地盤破壊に伴う震動発生の予測が可能になりつつある。活断層研究においては地表地震断層沿いの被害の地域差と断層の性状との関連が示唆されている。地震防災の観点からは断層近傍の被害発生メカニズムの研究が進んでいる。本研究はこうした分野間連携により、新たな視点から課題解決を図る。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

鈴木康弘・後藤秀昭・松多信尚・渡辺満久（2025）1:25,000活断層図「富来」. 国土地理院技術資料, D1-No.1133., 査読無, 謝辞無

松多信尚・鈴木康弘・後藤秀昭・渡辺満久（2025）1:25,000活断層図「門前」.国土地理院技術資料, D1-No.1132., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

森川信之・岩城麻子・松本雄馬・今井隆太・秋山伸一・前田宜浩・鈴木亘・久保久彦・先名重樹・河合伸一・中村洋光・藤原広行 (2025) 地震動予測モデルのための強震動情報共通基盤の構築(GMM Project in Japan; GMM-PJ), 日本地震工学会・大会―2025, E-7-4.

安池亮・豊田智大・野田利弘, 2025, 接触面における固着状態の時間発展を記述する上下負荷面摩擦構成式を用いた単純せん断場でのすべり伝播解析, 日本地球惑星科学連合, SCG46-P13.

安池亮・豊田智大・野田利弘, 2025, 非一様な法線応力分布が作用する単純せん断場におけるすべり伝播解析, 23-7-2-06.

焦禹禹・能島暢呂（2025）2025年ミャンマー地震における断層変位映像を用いた地震動推定、日

本地震工学会大会－2025梗概集, 2025.12、Paper No.20250147.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

被害地震の発生は新たな重要な知見を与える。引き続き2024年能登半島地震や2025年ミャンマー地震などにおける地震断層の性状と周辺建物被害発生過程について調査する。地震断層近傍における強震動発生メカニズムについて、従来の理論的考え方にとらわれず、現実を説明し得るモデルの構築を目指す。従来の強震動モデル計算手法の改良のほか、地盤工学的手法による新たな震動発生モデルも導入できるようにすることを目指す。なお、地震断層沿いでは必ず強震動が発生するわけではなく、熊本地震においては地表地震断層近傍でもほとんど揺れなかった場所もあった。こうした地域差をどのように説明できるか、地震防災上どのような扱いが重要になるかについて様々な観点からアプローチしたい。

強震動関係：令和7年度に引き続き、複雑な断層形状を反映した強震動計算の事例を増やし、地盤構造モデルの影響と合わせて活断層情報が断層近傍強震動に与える影響を分析する。また、断層モデルのパラメータの不確実性が断層近傍強震動に与える影響を見積もるため、断層パラメータのうち影響の強いもの（破壊伝播速度、応力降下量、破壊開始点位置）の取りうる幅を観測記録や物理的妥当性に基づいて拘束することを試みる。

活断層関係：地震断層近傍において強震動が発生した事例と、発生しなかった事例を整理する。過去の例としてはこれまでに検討した2016年熊本地震、202４年能登半島地震のほか、2014年長野県神城断層地震、2011年福島県浜通り地震、2008年岩手・宮城内陸地震、1995年兵庫県南部地震が挙げられる。とくに強震動が発生しなかった事例においての共通点の整理が重要な検討課題である。こうした情報を他の研究チームと共有することを目指す。

地盤工学関係：次年度は、熊本地震における実際の地層構成を考慮したパラメータ設定に加え、非一様な堆積構造、地盤の不均質性の影響を考慮することで、より現実的な条件下での数値解析を実施してゆく。また、強震動計算グループのモデル改良に資するため、地盤破壊に伴う領域内での要素挙動（応力降下量の分布など）を精査してゆく。また、令和9年度以降の展開を見据え、弾塑性摩擦構成則の初期値境界値問題への実装ならびに断層面における状態パラメータの設定方法についても併せて検討してゆく。

地震防災関係：　令和８年度は、第1に、今年度明らかにしたフリングステップや地震動の評価結果や、送電鉄塔倒壊などの被害発生過程について、さらに詳細な検討を進める。また、得られた知見の国内への適用可能性について検証するため、2024年能登半島地震で得られた映像記録についても分析を行う。さらに、他プロジェクトで既に作成済みの60Hz地域の500kV送電鉄塔立地データと活断層データを用いていくつかの断層について活動時の広域送電網への影響を検討する。第2に、情報提供のあり方については、これまでのマップ表現にとどまらず、映像記録とその解説による可視化表現について検討を進める。また、活断層にあるような不確実性を孕む他の事象での情報提供がどのようになされているか、その手法が活断層に対しても有効か、という点について文献調査を中心に進めていく。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

鈴木康弘（減災連携研究センター）, 野田利弘（工学研究科）, 豊田智大（工学研究科）, 橋冨彰吾（減災連携研究センター）, 平井敬（減災連携研究センター（客員））

他機関との共同研究の有無：有

藤原広行（防災科学研究所）, 先名重樹（防災科学研究所）, 岩城麻子（防災科学研究所）, 隈元崇（岡山大学）, 能島暢呂（岐阜大学）, 石黒聡士（愛媛大学）, 平井敬（兵庫県立大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：名古屋大学減災連携研究センター
電話：
e-mail：resilience.nagoya@gmail.com
URL：https://www.gensai.nagoya-u.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鈴木康弘
所属：名古屋大学減災連携研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：NGY_07

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）アンケート調査に基づいた登山者が求める火山情報と登山者に役立つ火山情報の解明
（英文）Elucidation of volcano information sought by climbers and useful volcano information for climbers based on a questionnaire survey

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
火山
４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

御嶽山2014年噴火や草津白根山2018年噴火のように、噴火の可能性が判別・伝達される前に、噴火が発生し、火口周辺にいた登山者やスキーヤーが噴石や火砕流に巻き込まれた災害が発生している。これらの噴火災害を契機に、高リスク小規模噴火の対策の重要性が広く認識された。本課題研究では、非噴火時における火山活動に変化があれば、その情報を一早く火山の利用者に見てもらえる観測モニターが必要であると考えた。しかし、火山活動の情報および観測データに関する一般の方々の知見度や、どのようなモニターがいつ、どこで必要であるのか、我々は十分な知見を有していない。

これまで気象庁は、観測、評価、伝達の技法を向上させ、噴火警戒レベルのシステムを運用してきた。火山の地元の自治体は、この気象庁の噴火警戒レベルに基づいた避難対策を行っている。噴火警戒レベルの運用は、成功例も多く、この様な公的システムは頼りになる。その一方で、防災上の課題が残る。例えば、火山の観測、評価、通信、情報伝達には時間がかかることや、警戒レベルが引き上げられる前に噴火が発生する可能性がありうる。また噴火警戒レベルが引き上げた場合でも、噴火に至らずに火山活動が終息する事例もある。近年では、北海道などの火山において、非噴火時の活動不安定（unrest）の評価を試みる研究もなされている（橋本、2021）。

こうした火山学の動向があるなかで、登山や地元の関係者などからは、一般の人々が観測データにアクセスできる状況が望まれるとの意見や、火山のちょっとした変化でも情報が欲しいとの要望が名古屋大学御嶽山火山研究施設に寄せられている。一般の登山者や火山の地元の関係者が、どのような情報を求め、どのような情報が役に立つのか、主に御嶽山、浅間山、焼岳を対象としたアンケート調査に基づき明らかにする。

アンケート調査では、噴火警戒レベルなど火山活動の公的情報（言わば、解釈された情報）と観測データ（言わば、解釈されていないデータ）に関する一般の登山者や地元の関係者の知識、意識、理解度を定量的に評価する。過去に火山活動が活発化した際の観測データを使用し、それらのデータを見た一般の登山者や行政職員などが火山活動の活発化を認識できるかどうかを評価した上で、どのように観測データを表示・表現すれば、リスクの理解度の向上に効果がるのかを検討する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

研究計画5ヶ年の前半の３年間では、火山活動の情報（噴火警戒レベルと情報入手方法、および観測データ）に関する登山者の知識、意識、理解度の実態を御嶽山、浅間山、焼岳の３火山において評価する。一般の登山者が求める火山活動に関する情報と登山者自身の知識、意識、理解度との関係性を検討する。なお本研究は登山口でアンケート調査を行うことを考えているため、計画期間中に火山の噴火警戒レベルが上がり、登山者がいないと判断された際には、調査年度の順番を入れ替える可能性がありうる。

後半の２年間では、前半の３火山のアンケート調査の分析結果を踏まえて、一般の登山者や火山の地元の関係者にとって役立つ情報を検討する。例えば、火口周辺や登山口に滞留する登山者が下山の判断に役立てられる情報や、登山者や関係者が火山活動のリスクに対する意識の向上に役立てられる情報とその情報の出し方である。準リアルタイム観測モニターの表示の方法および火口周辺や登山口や関係機関に設置する場所に関するアンケート調査を考える。

2024年度：御嶽山の登山口（候補地：黒沢口と王滝口）で、下山者を対象にアンケート調査する。
2025年度：浅間山の登山口（候補地：浅間山荘口と車坂峠口）で、下山者を対象にアンケート調査する。
2026年度：焼岳の登山口（候補地：上高地口と中の湯口および新穂高温泉口）で、アンケート調査する。
2027年度：３年間の調査結果を踏まえて、登山者や関係者に役立つ準リアルタイム火山観測モニターの見せ方をデザインする。全国または御嶽山等の登山者および自治体等の関係者へのアンケートに基づき、役に立つ準リアルタイム火山観測モニターを評価する。また全国の平均的な登山者を対象として、登山者の求める情報と登山者に伝える有効な火山情報に関するインターネットアンケート調査を実施する。
2028年度：引き続き、登山者に伝えるための有効な火山情報を考慮した上で、アンケート調査を実施する。5年間で現地調査を行ったアンケート結果と2027年度に実施したインターネットアンケート結果を比較して、アンケート調査を総括する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

近年、火山地域におけるレクリエーション訪問者の安全は国際的な関心を集めている。2014年御嶽山噴火では63名の登山者が犠牲となり、2018年草津白根山噴火では火口周辺のシーズン中のスキー場が弾道噴石により被災した。また2019年ニュージーランド・ホワイト島噴火では観光客が多数犠牲となり、火山観光におけるリスク管理の困難さが改めて示された。これらの事例は、訪問者が火山ハザードに曝露される状況が必ずしも適切に管理されていない可能性を示している。

浅間山では2019年8月7日に噴火警戒レベル引き上げ前に噴火が発生しており、噴火予測の不確実性の中で訪問者が突発的に火山ハザードへ曝露される可能性がある。過去の活動履歴およびハザード評価では、弾道噴石の主な到達範囲は火口から概ね2km以内とされ、この範囲は相対的に高い危険度を持つ領域として位置付けられている。しかし、噴火警戒レベル2の状態では、この範囲に近接または一部侵入可能な登山ルートが存在し、訪問者の行動選択が曝露リスクに直接影響する。

自然環境におけるレクリエーション研究では、参加者が一定の危険性を認識しながら活動を選択する「voluntary risk exposure」の概念が提唱されている。しかし火山環境では、この前提が必ずしも成立するとは限らない。火山ハザードは低頻度で発生する一方で影響が甚大な low-frequency high-consequence hazard とされ、日常的に危険が可視化されにくいことから、訪問者が客観的危険度を過小評価する可能性が指摘されている（Haynes et al., 2008; Bird et al., 2011）。また、火山観光研究では、警戒情報が提供されていても訪問者がその意味を十分に理解・内在化していない場合があることが報告されている（Potter et al., 2015）。

浅間山においても、登山者の多くは火山活動の存在自体は認識しているものの、防護装備の携帯率が低いことが報告されており（小諸市防災課, 2023）、知識と意識の間に乖離が存在する可能性がある。したがって、どのような属性の登山者が「危険を理解した上でリスクを選択している」のか、それとも「危険認識が不十分な状態で登山をしている」のかは、実証的に検討される必要がある。

本研究は、自然災害研究における hazard–exposure–perception フレームワークに基づく。hazard

は火山噴火に伴う物理的危険（弾道噴石など）を指し、exposureは訪問者がその危険にどの程度接近しているかを示す。risk perceptionは、訪問者が危険をどのように理解し評価しているかを表し、避難行動や準備行動に影響を与える重要な要因とされる。
KAPモデル（Knowledge–Attitude–Practice model）は、個人の行動変容を、知識（Knowledge）の獲得、態度・認識（Attitude）の形成、そして実践的行動（Practice）の採択という段階的過程として理解する枠組みであり、公衆衛生や防災研究において広く用いられてきた（Launiala, 2009）。本モデルは知識から行動への連続的関係を想定するが、近年では知識のみでは行動を十分に説明できないことが指摘されており、意思決定過程における認知的・心理的要因の重要性が強調されている。本研究は机上の議論を超えて、現地の登山者が求める情報および実際に現地で役立つ情報を究明する。

本研究では、Protection Motivation Theory（Rogers, 1975）および状況認識理論（Endsley, 1995）を踏まえ、本研究では、防災準備を知識、リスク意識、状況認識、判断、行動的準備の5段階として整理する。登山者の予備知識、装備意識および情報収集意識、発災認知力、防災準備判断、防災行動、情報ニーズを段階的な準備過程として捉える階層的準備モデルが、各段階が次段階の必要条件であるが十分条件ではないのか、具体的に何と何が関係しているのかアンケート調査に基づき検証する。

浅間山は、弾道噴石到達想定域（火口約2km圏）を登山ルートが通過可能であるという特徴を持ち、火口への接近度によって火山ハザードへの曝露勾配（exposuregradient）が形成される。この特性は、hazardが存在する環境下でexposureの異なる訪問者群を比較できる自然実験的条件を提供する。本研究の目的は、位置による火山ハザードへの曝露の違いが登山者のリスク認知および防災行動に与える影響を明らかにし、客観的ハザードと主観的認知の間に生じる可能性のある risk perception gap を検証するとともに、防災情報伝達上の課題を明らかにすることである。

浅間山は、弾道噴石到達想定域（火口約2km圏）を登山ルートが通過可能であるという特徴を持ち、火口への接近度によって火山ハザードへの曝露勾配（exposuregradient）が形成される。この特性は、hazardが存在する環境下でexposureの異なる訪問者群を比較できる自然実験的条件を提供する。本研究の目的は、位置による火山ハザードへの曝露の違いが登山者のリスク認知および防災行動に与える影響を明らかにし、客観的ハザードと主観的認知の間に生じる可能性のある risk perception gap を検証するとともに、防災情報伝達上の課題を明らかにすることである。

以上の研究目的に基づき、研究対象である浅間山の自然条件および登山環境を考慮して、調査地点を設定し、アンケート調査を行い、分析を行った。

①浅間山の自然条件と火山ハザード：

浅間山（標高2,568m）は長野県と群馬県の県境に位置する活火山であり、中央火口丘である前掛山を中心に、黒斑山および蛇骨岳などの外輪山が取り囲む複合火山体である。現在の地形は古期の黒斑火山の山体崩壊により形成された馬蹄形崩壊地形を基盤としており、外輪山稜線から火口近傍に接近可能な地形構造を有する。
気象庁は過去の噴火履歴および火山学的知見に基づき、弾道噴石の警戒範囲を火口から概ね2kmとして設定している。2019年8月7日には噴火警戒レベル引き上げ前に小規模噴火が発生し、噴火予測の不確実性および突発的噴火リスクが確認された。このため、レベル2においても登山者は潜在的に火山ハザードに曝露される可能性がある。

②登山ルートと曝露勾配（exposure gradient）と調査地点：

浅間山では、登山ルートにより火口への接近度が異なり、火山ハザードへの曝露条件が段階的に変化する。本研究では、この曝露勾配を中心概念として分析を行った。車坂峠口から黒斑山を経て蛇骨岳へ至る黒斑コースでは、外輪山稜線を進む過程で火口約2kmまで接近する区間（Jバンド付近）が存在する。一方、浅間山荘口から火山館を経て湯の平に至る火山館コースでは、火口から約3.5km離れており、比較的低曝露環境に位置する。

したがって本研究では、火口への接近度に基づき以下の2群を設定した。高曝露群：火口約2km圏に接近または通過する登山者、低曝露群：2km圏外のみを利用する登山者。当初、高曝露群の調査地点としてJバンド（火口約2km）を予定していた。Jバンドは外輪山の内側崩壊壁であり、火山性堆積物が露出する。浅間火口からも近く、曝露勾配上の代表的地点である。しかし調査当日は濃霧により火口方面の視界が制限され、安全確保の観点から火口約2.2kmに位置する蛇骨岳へ変更した。

蛇骨岳に到達する登山者はJバンドを含む高曝露区間を通過しているため、本研究では曝露評価を特定地点ではなく登山行動に基づく曝露経験として定義した。この変更により、曝露程度の異なる登山者群を比較するという研究設計の本質は維持されていると考え、調査地点は蛇骨岳（高曝露群）、車

坂峠口（低曝露群）、浅間山荘口（低曝露群）の3地点とした。

③調査した内容とデータ分析

調査は2023年10月25日に実施し、各地点を通過する登山者を対象に自記式アンケートを行った。当日、小諸市や気象庁の浅間山火山防災連絡事務所によるジオツアーが行われていたが、ジオツアーを除き361名から回答を得た。浅間調査票は階層的準備モデルに基づき、属性情報（居住都道府県、年齢層、登山経験、登山目的）を基軸とし、事前情報取得（火山情報確認状況・情報源）、装備・準備（ヘルメット等）、知識（警戒レベル理解）、意識（火山ハザード認識）、認知（兆候検知能力）、判断（避難判断）、行動（初動行動：高曝露群のみ）、情報ニーズを段階的に評価した。

今後、アンケートデータの分析では、調査地点（曝露条件）を主要独立変数とし、属性および各準備段階との関連を統計的に検証する。曝露勾配に沿ったリスク認知、防災判断および行動的準備の差異を分析し、客観的ハザードと主観的認知の間に生じる risk perception gap の有無を明らかにする。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

金 幸隆・前田裕太・高橋 誠・鷺谷 威・大湊隆雄・寺田暁彦・山岡耕春・竹脇 聡・野田智彦・田ノ上和志，2025，突発的な噴火を想定した登山者参加型避難訓練に基づく御嶽山防災対策の評価，日本地球惑星科学連合2025年大会，HDS09-03

金 幸隆・前田裕太・高橋 誠・鷺谷 威・大湊隆雄・寺田暁彦・野田智彦，2025，火山活動の観測情報に対する御嶽山登山者の知識と意識 ―アンケート調査に基づく評価―，日本地球惑星科学連合2025年大会，HDS09-P08

堀井雅恵・山岡耕春・金 幸隆・國友孝洋・工藤 健，活火山のない地域における御嶽山の火山防災に関する意識の調査-愛知県の大学生を対象とした予備的検討，日本地球惑星科学連合2025年大会，HDS09-P0

堀井雅恵・山岡耕春・金 幸隆・國友孝洋・工藤 健，愛知県の大学生を対象とした御嶽山の火山防災に関する意識のアンケート調査，日本火山学会2025年度秋季大会，P36

金幸隆，2025，御嶽山はどんなところ？，第24回地震火山地質こどもサマースクール：こどもフォーラム（基調講演）

金 幸隆，2026，登山者が求める火山に関する情報と実際に役立つ情報：浅間山と御嶽山のアンケート調査から，長野県小諸市令和7年度浅間山火山防災講演会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

御嶽山の登山口（黒沢口）と火口周辺の登山道（王滝頂上と黒沢十字路で、下山者を対象にアンケート調査結果を論文とする。

浅間山の登山口（浅間山荘口と車坂峠口）および外輪山で実施したアンケート調査の分析を進めた上で公表する。

焼岳の火口周辺の安全な場所（中尾峠付近）で、アンケート調査を行う。

調査地の要望に応じて講演を行う。

以上の３火山の事例研究を踏まえて、令和9年度・10年度の研究戦略を再構築する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

金　幸隆（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）, 前田裕太（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）, 高橋　誠（名古屋大学大学院環境学研究科社会環境学専攻）

他機関との共同研究の有無：有

大湊隆雄（東京大学地震研究所）, 寺田暁彦（東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
電話：0264-24-0131
e-mail：kimu@seis.nagoya-u.ac.jp
URL：https://www.seis.nagoya-u.ac.jp/center/kovo/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：金幸隆
所属：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：NGY_08

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）4G/LTEを用いた小電力・軽量小型テレメータ地震観測装置の改良開発
（英文）Development of low-power, lightweight, compact telemetered seismic observation system using 4G/LTE

（3）関連の深い建議の項目：

６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震観測は静穏環境で行うことから，しばしば「電力・通信環境が整備されていない場所での運用」という問題がつきまとう。さらに，火山の直近や大地震後の余震活動が活発な地域での地震観測では，迅速なデータ取得開始はもちろん，作業者の安全を確保するためにも高い機動性・操作性が観測装置に求められる。このような場所では特に電源確保が難しい状況が想定され，オフライン観測となることが多いが，即時性が必要な研究や防災情報の発信に生かすことができず，保守・解析処理の負担も大きくなる。

これまでに我々が開発してきた現用機は，機動地震観測に求められる小型化・軽量化・小電力化・使いやすさ（汎用性、現場作業の簡略化）を追求した地震テレメータ観測装置であり，御嶽山山頂での通年観測などを通して，以上のような問題や要求に答えてきた実績がある。

本課題では，現用機の最終的な仕様に現用機ではハード的に対応が難しかった以下の問題
１）電源喪失後，復電した際の自動起動機能，２）LTE/4G対応マルチキャリ対応，３）マルチキャリア対応
を加えた後継機を開発し，御嶽山山頂10箇所において運用中の現用機と順次置き換えを進め，実地でのテスト運用開始・評価を目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

2026年末でdocomoの3Gサービスが終了するため，御嶽山山頂で行なっている通年テレメータ試験観測に極力空白期間を作らないように計画を進める方針である。
令和６年度：充放電モジュール動作の継続検証，防水筐体への組み込み，電源・通信仕様についての詳細検査・検証を行い，試作機を作成する。
令和７年度：本年で３Gサービスが終了するため，試作機を作成し試験運用開始する。試験運用を行い

つつ，充放電モジュール動作等について問題点・改良点の洗い出しを行いながら後継機の最終仕様決定を行う。また受信・監視サーバについても改良を行い整備する。
令和８－１０年度：後継機を追加作成し，御嶽山試験地での試験観測を行う。その中で問題点・改良点を洗い出し，それらについて検討・改修を行う。受信・監視サーバについても修正，改良を行っていく。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本年度末の３G携帯網のサービス終了に伴い，御嶽山の試験観測地で使用している観測装置のデータ伝送が停止するため，冬までに一部の観測地での置き換えをすることを目標に開発を進めた．開発のベースとなる５台のアディコ製ロガーQR-001に対して，充放電モジュールの実装，防水筐体収納のための改装と収納，データ受信側となる計算機には受信プログラム群のインストール，およびその改良修正，ウェブ監視ツールの開発などを行い，観測データの取得から，送信，受信とその監視までの一通りの試験を開始した．電源管理設定や充放電モジュール動作等についての問題点・改良点の洗い出しを行い，条件つきではあるが試験地での運用は可能と判断し，予定通り，初冬までに２機を御嶽山山頂，１機を山麓の観測地に導入し，実地試験運用を開始している．来年度以降，環境の異なる試験地での多点実地試験を行うため，その拡充に必要な機材を追加発注し（アディコ製QR-001ロガー，充放電モジュールとその組み込み），本年度末に納品予定となっている．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本課題で開発を行っている軽量装置は、建議項目6(1)イにおける「連続多点地震観測手法の高度化」に位置付けされる装置であり，被害地震直後の余震観測や火口域での観測など危険が伴うような場所でのすばやい観測に適した装置である．この開発により観測基盤を整え，研究を加速することができる．試験を兼ねた御嶽山火口域地震観測で得られるデータはすでに火山研究，火山活動のモニタリングに欠かせないものとなっている．これは，（５）「その他関連する建議の項目」に挙げた各項目の課題や，項目５(６)高リスク小規模火山噴火におけるモニタリング，活動評価，噴火メカニズムの解明等の研究推進に貢献するものである．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

寺川寿子・前田裕太・堀川信一郎,2025,御嶽山における火山性群発地震活動を駆動する物理メカニズムの考察,日本地震学会2025年度秋季大会,S23-10

浅井岬・前田裕太・渡辺俊樹,2025,中部日本御嶽山における地震雑微動トモグラフィの適用,日本地震学会2025年度秋季大会,P06-05

寺川寿子・前田裕太・堀川信一郎,2025,御嶽山の熱水循環システムにおける火山構造性地震の役割,日本火山学会2025年度秋季大会,A3-05

浅井岬・前田裕太・渡辺俊樹,2025,地震雑微動トモグラフィによる御嶽山の三次元S波速度構造推定,日本火山学会2025年度秋季大会,P34

前田裕太・寺川寿子・山中佳子・堀川信一郎,2025,御嶽山の2024～2025年の地震活動,日本地球惑星科学連合2025年大会,SVC32-11

浅井岬・前田裕太・渡辺俊樹,2026,火山地域におけるマルチモード表面波分散曲線の抽出：御嶽山における事例研究,日本地球惑星科学連合2025年大会,SVC32-12

Misaki Asai,Yuta Maeda,Toshiki Watanabe,2025,Extraction of Multimodal Surface Wave Dispersion Curves in Volcanic Area: Case Study on Mt. Ontake, Central Japan,IAVCEI

Scientific Assembly,3.1.21

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

本課題における試験観測は御嶽山の研究・活動のモニタリングに欠かせないものともなっているため，まずは御嶽山山頂の試験観測に使用するための機材を整え，本格的な登山シーズンに入る前の全試験地における運用開始を急ぐ．次に現時点で把握している，あるいは今後の試験で得られる機器・システムの問題点・改善点を整理し，その改良の可否や優先度，その方法を検討を行う．ソフトウエア・ハードウエアにおける比較的簡単に行える改良については順次行い，大幅な設計・仕様の再策定の必要性についても検討する．

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

寺川寿子（東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科）, 前田裕太（東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科）, 山中佳子（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）, 堀川信一郎（東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前田裕太
所属：東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科

令和７年度年次報告

課題番号：NICT01

（1）実施機関名：

情報通信研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）先端リモートセンシングによる地震及び火山の被害状況把握技術の高度化
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震・火山などの災害発生時に航空機SARを用いて迅速に被災状況を把握するための技術（観測手法・データ解析手法等）を確立する。取得した航空機SARデータの利活用を進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

Pi-SAR X3を用いて、発災時に比較できるベースマップとして平時のデータ取得を行うとともに、これまで取得した航空機SARデータの利活用を推進する。発災時等には可能な範囲でPi-SAR X3によるデータ取得を行い、これらのデータを用いて航空機SARにより迅速に被災状況を把握するための技術（観測手法・データ解析手法等）の高度化を進める。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

Pi-SAR X3による蔵王、八丈島等の火山観測を実施した。また、新たな試みとしてCSAR（Circular SAR）による観測もあわせて実施した。更に、CSAR含めSAR観測に関わる信号処理技術の高度化について取り組んだ。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

平時の火山観測データの取得及び蓄積により、今後災害が発生した際には、発災前後データの比較等を通じてより詳細な現象の把握が期待でき、更にはこれにより災害の軽減に貢献できるものと位置付けられる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

牛腸 正則, スパース再構成を用いた衛星SARデータの信号処理的高分解能化, 電子情報通信学会　ソサイエティ大会, 2025年9月.

M. Gocho, Lossy Compression Technique for Synthetic Aperture Radar Data Using Sparse

Reconstruction, International Symposium on Antennas and Propagation, October, 2025.
上本純平, クロストラック干渉SARデータセットからのDTM生成, 日本リモートセンシング学会第79回（令和7年度秋季）学術講演会, 2025年11月

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

CSAR方式を含め、Pi-SAR X3による観測実験を行いつつ、SAR観測データに関する解析・信号処理技術の高度化に取り組む。また、取得データの利活用についての検討を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

情報通信研究機構 電磁波研究所
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：情報通信研究機構広報部
電話：042-327-5322
e-mail：publicity@nict.go.jp
URL：http://www.nict.go.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：上本純平
所属：情報通信研究機構 電磁波研究所

令和７年度年次報告

課題番号：NIED01

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山災害の予測力・予防力・対応力向上に関する研究開発
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
イ. 考古データの収集・集成と分析
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

基盤的火山観測網（V-net）や各種リモートセンシング技術等を活用して、火山災害の即時予測や推移予測、火山災害を迅速に把握する技術に関する研究開発を推進する。なお本課題は、防災科研の第５期中長期計画に基づき、その運営費交付金によるプロジェクト研究の一部として実施される。そのため、本到達目標は第５期中長期計画が終了予定である令和11年度末までを対象としている。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題は先述のとおり防災科研の第５期中長期計画(令和５～11年度)に基づいており、その運営費交付金によるプロジェクト研究「火山災害の予測力・予防力・対応力向上に関する研究開発」の一部として実施され、この成果を通じて「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の推進に貢献するものである。そのため、以下の計画内容は令和11年度末までを対象としている。
基盤的火山観測網（V-net）やリモートセンシング技術等を活用した噴火のリアルタイム把握技術とシミュレーション技術の連携により、噴火によるハザードの即時予測技術の開発に取り組む。また、火山観測データ一元化共有システム（JVDN システム）に集約されたデータ、それらを補完する機動調査や観測によるデータを活用するとともに、物質科学的アプローチによる研究も進め、分野横断的に

火山活動の推移予測の研究を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

基盤的火山観測網(V-net)や火山灰可搬型分析装置(VOLCAT)等のデータを使用し、物質科学手法も利用して、噴火のリアルタイム把握技術開発を進めた。火山観測データ一元化共有システム(JVDNシ ステム)に集約されたデータ、それらを補完する 機動調査や観測によるデータ等を活用し、硫黄島等について火山活動の推移予測のための火山活動モデルの構築を進め、推移予測に資する調査観測項目 を整理しつつ必要な技術の開発を実施した。また、レジリエンスの評価に必要なハザード等のデータを収集しJVDNシステムへの登録を進めた。噴出物チーム などの機動的な調査観測に関する連携体制の構築を進め、岩石コア試料などのデータ共有を行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

1.地震・火山現象の解明のための研究

(4)火山活動・噴火機構の解明とモデル化 火山活動・噴火機構の解明とモデル化には、地球物理学的なデータだけでなく、火山ガスや物質科学 的なデータも合わせた分析が必要である。従来から進めている基盤的観測網やリモートセンシング技 術等による観測だけでなく、物質科学的なデータも含め、火山観測データ一元化共有システム (JVDN システム)によるデータ統合を進めた。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

基盤的火山観測網(V-net)、機動観測、火山灰観測など物質科学データを火山観測データ一元化共有システム(JVDNシ ステム)に統合、包括的に評価し、噴火のリアルタイム把握技術開発を進める。これを元に火山活動の推移予測のための火山活動モデルの構築を進め、推移予測に資する調査観測項目を整理しつつ必要な技術の開発を行う。レジリエンスの評価に必要なハザード等のデータを収集しJVDNシステムに登録する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

防災科学技術研究所　火山防災研究部門　火山研究推進センター

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：防災科学技術研究所 広報・ブランディング推進課
電話：
e-mail：
URL：https://www.bosai.go.jp/about/inquiry.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：上田英樹
所属：防災科学技術研究所

令和７年度年次報告

課題番号：NIED02

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震の逐次的評価に関する技術開発

（英文）Research and development of earthquake monitoring and evaluation

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
イ. 内陸地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

防災科学技術研究所（以下、防災科研）が運用している陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）（南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）を含む）等の観測データ、数値シミュレーション技術等を活用して、地震の震源情報、地震動等の特徴・経過を逐次的に提供可能とすることを目指す。なお本課題は、防災科研の第５期中長期計画に基づき、その運営費交付金によるプロジェクト研究の一部として実施される。そのため、本到達目標は第５期中長期計画が終了予定である令和11年度末までを対象としている。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題は先述のとおり防災科研の第５期中長期計画(令和５～11年度)に基づいており、その運営費交付金によるプロジェクト研究「地震津波の即時逐次的評価に関する技術開発」の一部として実施され、この成果を通じて「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の推進に貢献するものであ

る。そのため、以下の計画内容は令和11年度末までを対象としている。
陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）等で得られた観測データを、大地震発生直後から分析及び評価し、発生した地震の震源情報、地震動等の特徴・経過を逐次的に把握及び推定するための技術開発を行う。これらの情報を過去の地震や津波の情報及び事前想定と結びつけ提供するための手法の研究開発、様々な現況モニタリング技術及び関連する数値シミュレーション技術高度化のための研究開発を進める。MOWLAS等が捉える、地震や津波以外の事象による信号の検知とその原因究明を行う技術の開発を通じ、地震及び津波現象のモニタリング精度向上並びに様々な自然災害等の評価に貢献する。さらに、これらの成果を統合したデータベースの構築を進める。
得られた成果について、地震調査研究推進本部をはじめとする国の機関に提供し、活用されることを目指すとともに、ウェブサイト等により広く情報公開を行う。また、観測及び予測情報を所内外の関係機関と共有・連携することで、社会のレジリエンス向上に貢献する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2024年8月8日に日向灘で発生したMw7.1の地震の震源過程について、防災科研K-NETおよびKiK-netの地震計記録を用いて、インバージョン解析を実施した。結果、南方向にユニラテラルに破壊伝播する震源過程が推定された。主すべり域の地震活動は低調であり、スロースリップのすべりレートも低いことから、地震前には強くカップルしていた領域であったと考えられる。さらに推定されたすべり分布に基づき経験的グリーン関数を用いてN-net波形をフォワードモデリングしたところ、低周波帯において観測波形をよく説明する結果が得られた。以上の結果が、Geophysical Research Letters誌に掲載された。
2025年7月30日にカムチャツカ半島沖で発生した地震の震源過程を、バックプロジェクション法および波形インバージョンにより解析した。いずれも破壊開始点から南西方向に破壊伝播する様子が推定された。
2025年12月8日に青森県沖で発生したMj7.5の地震の震源過程について、K-NETおよびKiK-netの記録を用いて、インバージョン解析を実施した。その結果、主たるすべりは破壊開始点付近およびその浅部に、規模はMw7.4に推定された。
2025年6月にN-netの整備が完了し、同沖合システムに加え、新たに利用可能沿岸システムを利用して、微動活動のモニタリングシステムの開発に着手した。日向灘地域で発生する微動を検出することに成功した。
2025年2月頃からの山口県北部の群発地震に伴い防災科研Hi-net併設の高感度加速度計で観測された傾斜変動について、変動源の推定を行った。群発地震に伴った断層開口が推定され、流体による体積増加が示唆される。さらに期間を分割した解析からは、震源分布の移動と整合する変動源の移動も推定された。
トカラ列島悪石島・宝島付近で2025年6月21日頃より開始した群発地震活動中に、連続的な微動の発生を確認した。この微動は、0.3～0.8Hz付近の複数の周波数帯域にピークを示し、10～20分程度継続してみられた。2021年以降周辺の地震計記録について、地震波形およびそのスペクトログラムの目視による活動状況の把握を試みたところ、同様な微動はたびたび発生しているものの、群発活動と必ずしも同期していない傾向もみられた。
地震調査委員会等の政府委員会に対し定常的にモニタリング成果を報告した。また，2025年7月3日トカラ列島近海の地震および，2025年12月８日青森県東方沖の地震の際には地震調査委員会に臨時の資料を提出した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

プレート境界については、日向灘で発生する微動に対し、N-net沖合システムに加え本年度整備を完了したN-net沿岸システムを用いた解析手法の開発を進めた。今後、スロー地震解析を通じた同地域のすべりの定常モニタリングへの貢献が期待される。
内陸地震については、山口県北部の群発活動に伴う地殻変動の解析を実施し、その力源の推定を試みた。こうした地殻変動とその力源のモニタリングは、群発活動の活動の推移予測に貢献する可能性が見込まれる。また、2025年６月頃より開始したトカラ列島付近における群発地震活動中に、微動現象を発見するとともに、その状況のモニタリングを実施した。今後、同地域の活動状況の把握について、

通常の地震とは異なるモニタリングの情報を与えることが期待される。
災害の軽減に関し、本課題は地震調査委員会等の政府委員会に対し、MOWLAS等のモニタリング成果を随時報告すること、およびその成果を公開することを通じて貢献した。今後も定時および臨時の情報提供・公開を継続的に実施する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Shibata, R., Kubo, H., Suzuki, W., Aoi, S., and Sekiguchi, H., 2025, Source process estimation for the 2024 Mw 7.1 Hyuganada, Japan, earthquake and forward modeling using N-net ocean bottom seismometer data, Geophysical Research Letters, 52, e2025GL115401. doi:10.1029/2025GL115401, 査読有, 謝辞無

松澤孝紀・田中佐千子・小原一成，2025，西南日本における深部低周波微動活動（2024年11月～2025年4月），地震予知連絡会会報，114, 338-343, 査読無, 謝辞無

松澤孝紀・田中佐千子・小原一成，2026，西南日本における深部低周波微動活動（2025年5月～2025年10 月），地震予知連絡会会報，115，印刷中, 査読無, 謝辞無

浅野陽一，2025，日本周辺における浅部超低周波地震活動（2024年11月～2025年4月），地震予知連絡会会報，114，5-9, 査読無, 謝辞無

浅野陽一，2026，日本周辺における浅部超低周波地震活動（2025年5月～2025年10月），地震予知連絡会会報，115，印刷中, 査読無, 謝辞無

木村武志，2025，西南日本における短期的スロースリップイベント（2024年11月～ 2025年 4 月，地震予知連絡会会報，114，344-349, 査読無, 謝辞無

木村武志，2026，西南日本における短期的スロースリップイベント（2025年5月～2025年10月），地震予知連絡会会報，115，印刷中, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

三好崇之・松澤孝紀・浅野陽一・太田和晃，2025，N-netを用いた南海トラフ浅部微動活動のモニタリング，日本地震学会2025年秋季大会，S09-14.

柴田律也, 久保久彦, 鈴木亘，2025, バックプロジェクション法と波形インバージョンから読み解く2025年Mw 8.8 カムチャツカ半島地震の震源過程，日本地震学会2025年秋季大会，P25-04.

松澤孝紀・浅野陽一・八木原寛・平野舟一郎・仲谷 幸浩，2025，悪石島付近の地震計記録にみられる連続的な微動，日本地震学会2025年秋季大会，P23-09.

上田拓・木村武志・及川元己, 2025, 山口県北部の群発地震に伴う傾斜変動による変動源推定, 日本測地学会第144回講演会, P21.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

MOWLAS等で得られた観測データについて、地震の震源情報、地震動等の特徴・経過を逐次的に把握及び推定するための技術開発、地震及びそれ以外の事象を含む様々な現況モニタリング技術および関連する数値シミュレーション技術高度化のための研究開発を進める。逐次的解析を過去の地震・津波や事前想定と結び付けた研究開発や、データベースの構築も進める。得られた成果について、地震調査委員会等の政府委員会に随時資料提供を行う。
なお、本課題は防災科学技術研究所の中長期計画に基づく運営費交付金によるプロジェクト研究の一環として実施される。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

防災科学技術研究所（巨大地変災害研究領域地震津波複合災害研究部門）, 防災科学技術研究所（巨大地変災害研究領域地震津波火山観測研究センター）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：防災科学技術研究所 企画部広報課
電話：
e-mail：
URL：https://www.bosai.go.jp/about/inquiry.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松澤孝紀
所属：防災科学技術研究所 巨大地変災害研究領域地震津波複合災害研究部門

令和７年度年次報告

課題番号：NIED03

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）大地震の発生機構の理解と予測に関する研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

南海トラフ地震等の巨大地震の発生や連鎖の物理プロセスを統一的に解明する研究開発を実施し、防災・減災に効果的に活用されるような新たな情報の創出を目指す。なお、本課題は、防災科学技術研究所の第5期中長期目標達成のために支出されている運営費交付金によって行う。そのため、本到達目標は第５期中長期計画期間が終了する予定である令和１１年度末までを対象としている。

（6）本課題の５か年計画の概要：

衛星測位データや地震計記録、津波計記録等の多様な観測データ及びそれらの解析結果と、世界最大規模の岩石摩擦実験から得られる知見とを、物理モデルに基づく理論的アプローチ及びシミュレーション技術により統合し、南海トラフ地震等の巨大地震の発生や連鎖の物理プロセスの解明に向けた研究を実施する。これらの成果に基づき、巨大地震の発生に関する長期予測やその後の更なる大地震の発生可能性を含む推移シナリオの構築及び更新のための研究開発を行う。なお、本課題は、防災科学技術研究所の第５期中長期目標達成のために支出されている運営費交付金によって行う。そのため、上記は第５期中長期計画期間を対象とした計画概要である。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

世界最大級の岩石摩擦試験機を使った摩擦実験において、任意の地点からの破壊開始をくり返し行い、その破壊パターンを組み合わせることで、断層破壊を停止させること（半割れ地震の発生）に成功した。関連する力学的データの解析により、一義的には線形破壊力学に基づき説明可能であることを確認した。

2024年8月に日向灘で発生した Mw7.1 地震を対象に、新設された海底観測網 N-net による津波デー

タと陸上GNSSデータを用いて断層すべり分布を推定した。両データを同時に用いたジョイントインバージョンにより、最大すべり量2.4m、断層の上端・下端深さを含む信頼性の高い断層モデルが得られた。津波データのみ、あるいはGNSSデータのみでは断層範囲の制約に限界があることを示した。さらに、1961年地震のアスペリティの一部が再破壊された一方、1996年地震の破壊域とは重ならないことを示した。

2016年鳥取県中部地震（Mw6.2）を対象に、本震すべりと余効すべりの関係を力学的に検証した。従来モデルでは両者の応力降下域が重なり、本震による応力載荷で余効すべりが駆動されるとは言えなかった。そこで、主震による応力増加域でのみ余効すべりが生じるという力学的拘束を導入した結果、GNSS記録を再現しつつ応力効果分布の相補関係が得られた。このとき余効すべりのひずみエネルギー解放量は主震の約15％であり、主震が余効すべりを駆動するのに十分なエネルギーを供給していることが示された。

GNSSデータ解析による下部地殻の塑性流動分布の推定、地震発震機構解による背景応力場との統合解析による地震発生層へのひずみエネルギー蓄積速度分布を評価する基本的な解析枠組みを開発した。この手法を山陰ひずみ集中帯の地表変形データに適用し、地震発生層へのひずみエネルギー蓄積速度を7J/m^3/year と推定した。この蓄積速度は、Mw7クラスの地震によるひずみエネルギー解放量に対して、およそ500-2000年程度のエネルギー蓄積期間に相当している。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

巨大地震の発生や連鎖の物理プロセスを統一的に解明するため、解析・実験・シミュレーション研究に取り組んでいる。GNSSによる地殻変動記録と地震発震機構解の統合解析によって、大地震の準備過程によるひずみエネルギーの蓄積レート、および、地震時すべり、そして、余効すべりによる緩和過程におけるひずみエネルギー解放量を見積もる手法の基本技術を開発した。この手法によって南海トラフで利用可能なひずみエネルギーを定量化することで、将来起こりうる巨大地震の規模を、力学に基づいて想定することが可能となる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

久保田達矢・久保久彦・三好崇之・鈴木亘・青井真・功刀卓・武田哲也 (2025). 2024 年日向灘の地震に伴う津波の波源分布 －N-net と DONET の水圧計記録の解析から－. 地震２, 78, 73–86. https://doi.org/10.4294/zisin.2024-10S, 査読有, 謝辞無

Kubota, T., Kubo, H., & Saito, T. (2025). Reliable fault modeling of an Mw 7.1 earthquake in Hyuganada Sea on 8 August 2024 by offshore tsunami data from new seafloor network N-net and onshore GNSS Data. Geophysical Research Letters, 52, e2025GL115391. https://doi.org/10.1029/2025GL115391, 査読有, 謝辞無

Meneses-Gutierrez, A., & Saito, T. (2025). Linking coseismic slip and afterslip in intraplate earthquakes: A case study of the 2016 Central Tottori earthquake, Japan. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2025JB031677. https://doi.org/10.1029/2025JB031677, 査読有, 謝辞無

Saito, T., Meneses-Gutierrez, A., Tanaka, S., & Ueno, T. (2025). Strain energy transfer by plastic flow in San-in shear zone, Japan: Shear strain energy change due to out-of-plane inelastic strain distribution. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2024JB030245. https://doi.org/10.1029/2024JB030245, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

将来起こりうる大地震の破壊シナリオ、推移シナリオの、信頼度を高めていくためにには、連鎖的な破壊が起こるメカニズムの理解や過去に発生した巨大地震のエネルギー解放量の推定などが重要である。データ解析研究では、地震動・津波・GNSSデータの統合解析手法のさらなる高度化に取り組む。また、宝永地震などの歴史地震における震源過程の推定手法の高度化に取り組む。実験研究では、所有する大型岩石摩擦試験機を利用し、断層破壊の各過程における力学条件の理解を進めるとともに、模擬断層上で発生する極微小地震の動的震源過程を明らかにする。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

国立研究開発法人 防災科学技術研究所地震津波防災研究部門
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：齊藤竜彦
所属：国立研究開発法人 防災科学技術研究所地震津波防災研究部門

令和７年度年次報告

課題番号：NIED04

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）自然災害ハザード・リスク評価と情報の利活用に関する研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（4）その他関連する建議の項目：

３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
イ. 津波の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

過去の経験や知見が十分でない低頻度の巨大な自然災害に対しても不確実さを適切に考慮できるハザード・リスク評価手法の高度化研究を行い、地震及び津波ハザードの基盤情報を構築することで、地震調査研究推進本部をはじめとする防災行政に資する情報を整備し、各主体の災害に対する適切な意思決定の支援を目指す。なお、本課題は、防災科学技術研究所の第5期中長期目標達成のために支出されている運営費交付金によって行う。そのため、本到達目標は第５期中長期計画期間が終了する予定である令和１１年度末までを対象としている。

（6）本課題の５か年計画の概要：

過去の経験や知見が十分でない低頻度の巨大な自然災害に対しても不確実さを適切に考慮できるハザード・リスク評価手法の高度化研究を行い、地震及び津波ハザードの基盤情報を整備する。さらに、地震に伴う複合災害のリスク評価手法の開発を行う。これらの研究開発の基盤となる強震動観測記録、地下構造などのデータベース群の整備、及びシミュレーション技術の開発を進める。研究成果を所内外へ発信し活用を促進するハザード・リスク情報プラットフォームを開発するとともに、各主体と連携し共創と研究の高度化を推進する。また、研究成果に基づき地震調査研究推進本部をはじめとする防災行政に資する情報を整備する。なお、本課題は、防災科学技術研究所の第５期中長期目標達成のために支出されている運営費交付金によって行う。そのため、上記は第５期中長期計画期間を対象とした計画概要である。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

地震ハザード評価については、過去の経験や知見が十分でない低頻度の大規模災害に対して不確実さを適切に考慮できるハザード・リスク評価手法高度化のため、南海トラフ地震の長期評価改訂および、海域活断層の長期評価の改訂・修正を反映した確率論的地震動予測地図の作成を行った。東海地域の浅部・深部統合地盤構造モデルを用い、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県内の主要活断層帯を対象とした詳細法および地震動予測式を用いた強震動計算によるシナリオ地震地図の作成を行った。地震動予測地図2020年版の地震活動モデルに基づく、工学的基盤上における最大加速度および応答スペクトルの全国地図を地震ハザードステーション（J-SHIS）より公開した。強震動データフラットファイル2024年版をJ-SHIS Labs から公開し、地震動予測モデルのための強震動情報共通基盤の構築に着手した。津波ハザード評価については、相模トラフ沿いのフィリピン海プレート内で発生する地震を対象に、波源断層モデル群の構築、津波伝播遡上計算を行い、確率論的津波ハザード評価を実施した。日本海の海域活断層を対象とした確率論的津波ハザード評価に向けた検討として、北海道から長崎県にかけての日本海沿岸を対象に、波源断層モデル群の構築・津波伝播遡上計算を行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

過去の経験や知見が十分でない低頻度の大規模災害に対しても不確実さを適切に考慮できる地震ハザード・リスク評価手法の高度化研究を進め、2026年起点の確率論的地震動予測地図および応答スペクトルに関する地震動予測地図を作成する。地震動予測モデルのための強震動情報共通基盤の構築の一環として、強震動データプラットフォームの開発に着手する。津波ハザード評価では、南西諸島海溝沿いで発生する地震を対象とした確率論的津波ハザード評価を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

国立研究開発法人防災科学技術研究所　地震津波複合災害研究部門

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中村洋光
所属：防災科学技術研究所

令和７年度年次報告

課題番号：NIED05

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）基盤的観測網の運用

（英文）Operation of fundamental observation network

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
ア. 観測基盤の整備
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）本課題の５か年の到達目標：

陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）及び首都圏地震観測網（MeSO-net）を安定的に運用するとともに、良質な地震等の観測データの取得・流通を図り、防災科学技術研究所を始めとする関係機関における研究、その他の業務の遂行や我が国の地震調査研究の発展に貢献する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）である、陸域の基盤的地震観測網(高感度地震観測網(Hi-net)、強震観測網(K-NET)・基盤強震観測網(KiK-net)・広帯域地震観測網(F-net))・基盤的火山観測網(V-net)、海域の基盤的観測網(日本海溝海底地震津波観測網(S-net)・地震・津波観測監視システム(DONET))および首都圏地震観測網（MeSO-net）について安定的な運用を継続するとともに、良質な地震等の観測データの取得・流通を図り、防災科学技術研究所を始めとする関係機関における研究、その他の業務の遂行や我が国の地震調査研究の発展に貢献する。さらに、南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)の構築を完了し、運用を開始する。

既存の火山観測施設や基盤的火山観測網を含め、重点的に観測を強化すべき火山について観測施設の整備・運用を行いつつ、これにより得られる観測データについては、全国の大学が運用する観測網

のデータとの共有化を引き続き進め、大学等の火山防災の基礎研究の振興や気象庁の監視業務の推進、さらには地方防災行政の関係機関の情報共有化に貢献する。

MOWLASデータを用いた解析結果等については、発災時を含め地震調査委員会等の関係機関へ速やかに提供する。

なお、本課題は防災科学技術研究所の中長期計画に基づく運営費交付金等により実施される。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）及び首都圏地震観測網（MeSO-net）を安定して運用することにより、地震・低周波地震・超低周波地震・スロースリップイベントについてイベント検出、震源位置・震源メカニズム解・断層モデルの推定、余震活動の予測等を継続して行った。さらに、その活動状況のモニタリング結果を国民に対してわかりやすく情報発信を行うとともに、地震調査委員会・地震予知連絡会等に随時提供した。

2025年6月21日から、トカラ列島の悪石島から宝島にかけての領域において地震活動が活発化した。7月3日16時13分にはMj5.5の地震が発生し、悪石島で最大震度6弱を観測した。広帯域地震観測網（F-net）の観測点と鹿児島大学との臨時観測点における合成波形エンベロープから、地震発生後41日間のエネルギー輻射量（4–20 Hz）を推定した結果、7月31日までに3.1×10^{13}Jの地震波エネルギー（M6.3相当）を放出しており、その98％が7月16日までに放出されていたことが明らかとなった。

2025年7月30日8時25分頃（日本時間）にカムチャツカ半島付近で発生したMw8.8の地震では、これに伴う津波が地震発生から約1.5～4時間後に防災科研の海底地震津波観測網へ到達し、伝播する様子が観測された。水圧計のエンベロープ波形を解析したところ、その振幅が背景ノイズレベルを上回る状態は地震発生から5日～1週間程度継続していたことが確認された。また、地震発生から約48時間後には明瞭な波群が記録された。

2025年12月8日23時15分頃、青森県東方沖でMj7.5の地震が発生した。K-NETおよびKiK-netにおける最大地表加速度として、K-NET八戸観測点で517 galを記録した。Hi-netによる初動解およびF-netによるモーメントテンソル（MT）解はいずれも低角逆断層型を示しており、プレート境界で発生した地震と考えられる。その後の地震活動は東西方向に約120 kmにわたり分布し、1968年十勝沖地震のすべり域北部と重なっている。強震波形記録を用いた震源インバージョン解析では、大すべり域は本震を含め半径50 km以内に収まり、最大すべり量は4.3 mと推定された。一方、S-net水圧計記録の逆解析に基づく津波波源から推定された矩形断層面は、東西方向に約120 kmに広がり、強震記録から推定された大すべり域よりも東側へ50 km以上拡大していることが示された。また、アレイ解析により推定された浅部超低周波地震活動が、本地震後に十勝沖で活発化したことが明らかとなった。なお、この地震の際には、S-net観測点の存在により、気象庁からの緊急地震速報が3秒早く発表された。

N-netにおいては、2024年に完成した沖合システムに続き、2025年6月6日に沿岸システムが完成したことにより、全36観測点を有する観測網の整備が完了した。2024年の日向灘の地震（Mj7.1）では、すでに沖合システムの津波観測性能が確認されていたが、整備完了後に発生した前述のカムチャツカ半島付近の地震（Mw8.8）に伴う津波も観測された。得られた観測データはGlobal CMT解に基づいて計算された津波理論波形と第一波部分が概ね一致しており、このことからN-netの全観測点における津波観測性能が確認された。沿岸システムの観測データの品質確認が完了したことから、2025年10月1日より、すでに公開済みの沖合システムに加えて沿岸システムのデータ公開を開始した。さらに、10月15日には気象庁による沖合システムデータの緊急地震速報への活用が開始され、11月20日からは沿岸システムデータも津波情報等へ活用されている。これにより、緊急地震速報の発表の迅速化、津波警報等の更新、および津波情報の発表の迅速化・精度向上に対して、さらなる貢献を果たしている。

2025年11月20日にK-NET 31観測点（埼玉県の6点、千葉県の6点、東京都の2点、神奈川県の7点、愛知県の6点、大阪府の4点）が、気象庁が提供する長周期地震動に関する観測情報に用いる長周期地震動観測点に追加された。K-NET観測点の追加により、2025年12月8日青森県東方沖の地震では階級1を観測した地点が埼玉県2点、千葉県5点増加し、2026年1月6日島根県東部の地震ではK-NETが大阪府で階級1を観測した唯一の長周期地震動観測点となり、情報の詳細化、精緻化に貢献した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）及び首都圏地震観測網（MeSO-net）で得られたデータを集約・公開することにより、地震津波火山観測研究全体を発展させ、社会が持つ防災・減災能力の向上に貢献している。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

浅野陽一, 2025, 日本周辺における浅部超低周波地震活動（2024年11月～2025年4月）, 地震予知連絡会会報, 114, 5-9., 査読無, 謝辞無

浅野陽一, 2025，南海トラフ周辺における最近の傾斜変動（2024年11月～2025年4月）, 地震予知連絡会会報, 114, 295-311., 査読無, 謝辞無

浅野陽一, 2026，日本周辺における浅部超低周波地震活動（2025年5月～10月），地震予知連絡会会報, 115，印刷中．, 査読無, 謝辞無

木村武志, 2025，西南日本における短期的スロースリップイベント (2024年11月～2025年4月), 地震予知連絡会会報, 114, 344-349., 査読無, 謝辞無

木村武志, 2026，西南日本における短期的スロースリップイベント (2025年5月～2025年10月) ，地震予知連絡会会報, 115，印刷中．, 査読無, 謝辞無

久保田達矢，久保久彦，三好崇之，鈴木亘，青井真，功刀卓，武田哲也，2025，2024年日向灘の地震に伴う津波の波源分布 ――N-netとDONETの水圧計記録の解析から――，地震2, 78, 73–86, https://doi.org/10.4294/zisin.2024-10S., 査読有, 謝辞無

Kubota, T., Hisahiko Kubo, Tatsuhiko Saito, 2025，Reliable Fault Modeling of an Mw 7.1 Earthquake in Hyuganada Sea on 8 August 2024 by Offshore Tsunami Data From New Seafloor Network N-net and Onshore GNSS Data, Geophysical Research Letters, 52,e2025GL115391. https://doi.org/10.1029/2025GL115391[, 査読有, 謝辞無

久保田達矢・鈴木亘・三好崇之・近貞直孝・久保久彦・中村武史, 2026，2025年7月30日カムチャツカ半島付近で発生した地震による海底津波観測記録, 地震予知連絡会会報, 115，印刷中．, 査読無, 謝辞無

松澤孝紀・田中佐千子・小原一成, 2025，西南日本における深部低周波微動活動 (2024年11月～2025年4月) , 地震予知連絡会会報, 114, 338-343., 査読無, 謝辞無

松澤孝紀・田中佐千子・小原一成, 2026，西南日本における深部低周波微動活動 (2025年5月～2025年10月)，地震予知連絡会会報, 115，印刷中．, 査読無, 謝辞無

松澤孝紀・太田和晃・三好崇之, 2026，南海トラフ浅部の微動活動（2025年10月）, 地震予知連絡会会報, 115，印刷中．, 査読無, 謝辞無

澤崎郁・浅野陽一・八木原寛・平野舟一郎, 2026，令和7年トカラ列島近海の地震活動における高周波エネルギー輻射量, 地震予知連絡会会報, 115，印刷中．, 査読無, 謝辞無

Shibata, R., H. Kubo, W. Suzuki, S. Aoi, H. Sekiguchi, 2025，Source Process Estimation for the 2024 Mw 7.1 Hyuganada, Japan, Earthquake and Forward Modeling Using N-net Ocean Bottom Seismometer Data, Geophysical Research Letters, 52, e2025GL115401. https://doi.org/10.1029/2025GL115401, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Aoi, S., 2025, Seismic and Tsunami Observation around the Japan Islands, Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2025，SSS05-01.

Aoi, S., T. Takeda, T. Kunugi, M. Shinohara, T. Miyoshi, K. Uehira, M. Mochizuki, 2025，A new

cable-type seafloor observation network for earthquakes and tsunamis in the anticipated source area of the Nankai Trough earthquakes, IASPEI2025 IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-0425.

Dhakal, Y. P., Kunugi, T., Takagi, R., Takeda, T., Aoi, S., Shiomi, K., 2025，Sensor azimuths of the offshore segment of N-net stations based on teleseismic records，日本地震学会2025年度秋季大会, P02-03.

福島駿，篠原雅尚，青井真，功刀卓，植平賢司，望月将志，田中伸一，2025，N-net沖合システムによる分散型音響センシングデータを用いた常時微動表面波解析：序報，日本地震学会2025年度秋季大会, P06-11.

久保田達矢，久保久彦，齊藤竜彦，2025，Quantifying interplate seismic coupling from fault modeling of the 2024 Hyuganada earthquake using tsunami and GNSS data, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS04-11.

三好崇之，松澤孝紀， 浅野陽一，太田和晃，2025，N-netを用いた南海トラフ浅部微動活動のモニタリング，日本地震学会2025年度秋季大会，S09-14.

篠原雅尚，功刀卓，青井真，武田哲也，望月将志，植平賢司，岩井滋人，山田知朗，2025，海底観測のための国産高精度シリコン振動式水圧計とその評価観測, 検査技術, 30 (7), 24-29.

Shinohara, M., Shin Aoi, Shun Fukushima, Tomoaki Yamada, Tetsuya Takeda, Takashi Kunugi, Kenji Uehira, Masashi Mochizuki, Takeshi Akuhara, Kimihiro Mochizuki, Shin’ichi Sakai, 2025，Distributed acoustic sensing seismic observations using fibers on seafloor cable observation systems installed in Japan, IASPEI2025, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-0238.

汐見勝彦，松原誠，仲西理子，藤江剛，浅野陽一，三好崇之，2025，南海トラフ周辺を対象とした新たな三次元地震波速度構造を用いた震源決定の試行（2）～モデルの更新とN-netの導入～，日本地震学会2025年度秋季大会，P09-10.

鈴木亘，久保田達矢，中村武史，青井真，近貞直孝，三好崇之，2025，S-net、DONET、N-netにより観測された2025年カムチャツカ半島地震に伴う津波，日本地震学会2025年度秋季大会，S25-01.

Takeda, T., Takayuki Miyoshi, Shin Aoi, Takashi Kunugi, Masanao Shinohara, Kenji Uehira, Masashi Mochizuki, 2025，Long-Term Pressure Data from Offshore System of Nankai Trough Seafloor Observation Network for Earthquakes and Tsunamis (N-net), IASPEI2025 IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-1435.

Takeda, T., 2025，Tsunami Observations from the Newly Completed N-net Deployed in the Expected Source Region of the Nankai Trough Earthquake, The 2025 Japan-New Zealand-Taiwan Seismic Hazard Workshop, Yilan, Taiwan.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

新たにN-netが加わったMOWLAS及びMeSO-netを引き続き安定的に運用することにより、海陸統合データベースを構築し、良質な地震等の観測データの取得・流通を図り、関係機関における研究・技術開発、その他の業務の遂行や我が国の地震調査研究の発展に貢献する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

国立研究開発法人　防災科学技術研究所（地震津波火山観測研究センター）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：防災科学技術研究所 企画部広報課
電話：
e-mail：
URL：https://www.bosai.go.jp/about/inquiry.html

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：青井真
所属：防災科学技術研究所

令和７年度年次報告

課題番号：RKD_01

（1）実施機関名：

琉球大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南西諸島における地震被害リスク評価
（英文）Seismic Risk Assessment of South-West Islands in Japan

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

九州以南の南西諸島地域においては、人口密度も比較的に小さく都市部も限られているため、一般的には地震被害リスクが低い地域と認識されている。しかしながら、近年の観測によると震度1から震度3程度の地震が頻発かつ散発的に記録され、歴史的観点では数百年周期で大地震が観測されており、大津波の人的被害の記録もある。
そこで本研究に於いて着目しているのは、地理的に広範囲に及ぶ南西諸島地域の各諸島群や島ごとに地盤の性質が大きく異なることを考慮することにより、「地盤と建物の相乗効果による建物の耐震性能」を考えていくことである。
大まかな地盤性質分類ではなく、実際の建物近くの地盤の性質が建物の耐震性能にどのような影響を与えるのか「フラジリティ曲線により評価」すること及び「各対象地域のハザードマップ作製」を目的としている。
今回の5ヶ年計画では、南西諸島内の沖縄本島地域、八重山諸島地域、宮古諸島、奄美諸島から各数か所の人口密集地区を選定する。各所では公共建築物やモデル化した数種類の建物を対象とする。地盤及び建物の揺れやすさを常時微動測定器により測定し、過去の地震記録から地震波を用い対象建物の構造解析と合わせることにより地震被害リスクを評価していく。

（6）本課題の５か年計画の概要：

南西諸島において地震が発生した場合、特に既存不適格建築物や地震力を計算する際に使用する地域係数0.7の場合（沖縄県）において、地盤の影響により建物被害が拡大し得る地域に注目していく。
　令和6年度は、沖縄本島南部で数か所において、常時微動測定より地盤や建物（既存不適格建築物と現行建築基準法で設計されたもの）の揺れやすさを評価する。これらに合わせて上記いくつかの建物をモデル化し、構造解析を行いフラジリティ曲線を作成し、地震被害リスクを評価する。
令和7年度では、沖縄本島中部および北部で数か所において上記のプロセスを行う。前年度と合わせて沖縄本島内の対象地域についてハザードマップ作製を試みる。
令和8年度においては、令和6年度と7年度の経験を活かし、より効率的に石垣島及び宮古島内数か所において同様に研究を進める。

令和9年度は、与論島及び与那国島内数か所において同様に研究を進める。
令和10年度においては、蓄積データを整理し、各地域の地震被害リスク評価とハザードマップの検証を行う。さらに学術論文発表によりデータを公表する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度実施した調査とその成果は以下の3項目である。
（宜野湾市のせん断波速度の推定）
住宅密集地域のうち、表層地盤に琉球石灰岩が全体に広がる宜野湾市を対象にR6年度に実施した微動アレイ計測の結果を用いて測定点における表層地盤のS波速度分布を推定した。
琉球石灰岩が分布している測定点では、地表より5m地点でS波速度が400ｍ/s以上となり、沿岸部付近では10m～15m付近で400ｍ/sとなることが確認でき、推定したS波速度に表層地盤種の影響が反映されていることが確認できた。上述の結果より、より特徴的な地盤を対象としその地盤特性を把握するため沖縄県南部地域において追加調査を実施した。
（南部地域における特徴的地盤での常時微動計測）
沖縄県南部地域に広く分布する琉球石灰岩および島尻層群泥岩に加え、埋立地盤や盛土地盤を対象に地点を選定し、常時微動計測を実施した。
計測結果からそれぞれの地盤の卓越周波数の評価を実施し、島尻層群泥岩地域では0.7Hz、埋立地域では0.4Hz程度の卓越周波数を観測できた。
（学校施設を対象とした耐震診断状況調査）
学校施設を対象に、各市町村にて公表されている1981年以前（旧耐震基準）に建てられた校舎の耐震診断結果をとりまとめ、学校建築物における耐震化の現状調査を行った。また、収集した耐震診断結果に対し、建物が置かれている地盤の増幅率を地盤指標Gとして耐震判定指標Isoに反映させた値Isgを用いて再度耐震性の評価をした。
再診断の結果、敷地の増幅率を反映させると、耐震性を有する判定の建物は17.6％から8.8％まで減少した。また、得られた再診断結果および、既往の耐震診断結果の公表値を地図上にそれぞれプロットし、学校施設における耐震性能分布マップを作成した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

関連の深い建議である「大地震に起因する災害リスクの事前評価手法」において、本研究ではこれまで災害時に防災拠点として重要な役割を担う学校施設の耐震診断に、地盤による影響が考慮されていなかった現状に対し、地盤増幅率を反映させた構造耐震判定指標を適用することで、より現状に即した診断が可能になり被害リスクの事前評価の精度向上に貢献できたと考える。
　また、今後は、上述した診断指標を用いた耐震診断によって安全側に診断された建物と危険側に診断された建物それぞれに関する被害リスク評価を行い、耐震性能によって建物に発生する被害リスクの違いが理解しやすい一般向けの資料を作成することで耐震診断の必要性と被災時の避難場所に関する認知向上を図ることで災害の軽減に貢献する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

　査読有

・学会・シンポジウム等での発表

　五嶋大輝, 伊東孝,2026,沖縄地盤における常時微動調査,土木学会西部支部研究発表会,Ⅲ-42

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は、地盤調査では引き続き特徴的な地盤の常時微動計測及びせん断波速度推定を行うととも

に、学校施設の敷地において常時微動計測を実施し入力地震波に反映させる地盤特性の調査を実施する。
建物に関する調査では、各市町村の学校施設に対して実施された耐震診断の内、公表されていない資料の収集及び取りまとめを行い、学校施設の耐震性能分布マップの更新を行うとともに、地盤性状を考慮した耐震診断によって危険側に判定された学校建築物を対象に作成した解析モデルに対し敷地地盤の増幅率を反映させた地震動を用いた地震応答解析を実施し、建物の被害度リスクを評価するフラジリティ曲線作成に向けたデータの蓄積を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

尾身　頌吾（琉球大学島嶼防災研究センター）, 中村　衛（琉球大学島嶼防災研究センター）, 伊東　孝（琉球大学島嶼防災研究センター）, 松原　仁（琉球大学島嶼防災研究センター）, 西村　伊吹（琉球大学島嶼防災研究センター）, 中田　幸造（琉球大学島嶼防災研究センター）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：琉球大学島嶼防災研究センター
電話：098-895-8829
e-mail：bousai@acs.u-ryukyu.ac.jp
URL：http://bousai.skr.u-ryukyu.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：尾身 頌吾
所属：琉球大学島嶼防災研究センター

令和７年度年次報告

課題番号：RTM_01

（1）実施機関名：

立命館大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）大規模地震に先行する微小繰り返し地震と大規模地震をともなわない微小繰り返し地震の特徴抽出

（英文）Characteristics of micro-earthquakes followed and not followed by large earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（5）本課題の５か年の到達目標：

自然地震における前震活動の存在は、地震計によるリモート・センシングが可能な現象であり、地下深部における地震発生の準備過程の様子をうかがい知ることができ、短期的な地震発生予測のための情報として期待されている。10年ほど前から、大規模地震に先行する微小繰り返し前震の例が国内外で多く報告されるようになった。これらの研究では、大規模地震に先行して発生したことが分かっているカタログ掲載済みの小地震の波形記録をテンプレートとしてよく似た波形を連続波形記録から探索することによって検出されてきた。この手法の場合、大規模地震とは無関係の微小繰り返し地震の探索は、テンプレートの設定が難しく、時間的にも空間的にも網羅的に調べられている例はほぼない。微小繰り返し前震を地震発生予測に活かすためには、微小繰り返し前震の発生頻度、発生様式、波形から得られるイベントの特徴（見かけ応力、応力降下量といったイベントに付随するパラメタの特徴）などを明らかにするだけでなく、大規模地震をともなわない微小繰り返し地震に対しても同様の特徴を明らかにする必要がある。

大規模地震の先行現象としての繰り返し微小前震を模擬試験で実現するにあたり、断層面上、断層端、断層延長でどのような微小破壊活動がみられるかを明らかにすることは重要である。しかし、岩石破壊試験を実施する際に試料全体が破壊してしまうと、断層（破壊面）端の情報を得ることは困難であるため、断層端を再現できる試料作製技術の開発が必要となる。

本課題では、室内実験と自然地震波形記録の解析を通じて、この問題に取り組む。また、これを実現できるようにするために、テンプレートを置く場合、置かない場合それぞれに適用可能な類似波形探索の高速アルゴリズムの開発、実装をおこなう。

（6）本課題の５か年計画の概要：

【類似波形探索アルゴリズムの開発】類似波形探索については、テンプレートを設定せず、あらゆる

組み合わせから探索する場合には、飛躍的な高速化が必須となる。そこで、現行計画時に改善を重ねたHashingによる探索技術を更に発展させ、深層学習を用いたHashing手法を中心とした高速類似波形探索技術の開発（R6-R7年度）、及び地震波・弾性波記録への適用をおこなう（R7-R9年度）。この手法は、従来の相互相関を用いた手法に比して、1000倍以上の時間短縮につながり、数年間レベルでの総当たり探索が現実的な時間で実施できるようになる。また、このアルゴリズムによる波形探索能力と従来の相互相関関数を利用した波形探索能力を比較する（R6-R8年度）。

【自然地震の波形記録の解析】第二期期間中に開発された既知の微小地震記録との類似波形を探索する高速アルゴリズムを適用し、ある地域（能登地域、京滋地区、阪神地区など）の数年間の定常観測点の連続記録を使って時空間的にクラスタ化している微小地震活動を検出し、それがどれくらいの頻度で存在するかを調査する（R6-R8年度）。これに加え、上記の本計画で開発するアルゴリズムを適用し（R7-R9年度）、両結果の比較をおこなう。検出された活動について、その発生頻度、発生様式、波形から得られるイベントの特徴（見かけ応力、応力降下量といったイベントに付随するパラメタの特徴）などを調べる（R8-R10年度）。すでに知られている、あるいは新たに探索する大地震に先行する微小繰り返し前震の活動と比較し、発生頻度、発生様式、波形から得られるイベントの特徴や、イベントの時空間的距離の分布を調査する（R9-R10年度）。比較を通じて、（分類が可能であればタイプごとの）クラスタ的な微小繰り返し地震活動と大規模地震発生との関係を明らかにする（R10年度）。

【室内実験】断層端部が完全に固着している（インタクト試料の内部に弱面が存在）模擬試料を作成し（R6-R7年度）、この試料を用いた圧縮破壊試験を実施し、AE（アコースティック・エミッション；微小破壊によって放射される弾性波）の連続計測をおこなう（R6-R8年度）。収録されたAEの波形記録について上記と同様の解析をおこない、弱面延長や弱面でのクラスタ的なAE活動（最終破壊に先行するものは大規模地震の繰り返し前震に相当）、弱面と関係ないクラスタ的なAE活動（定常的なクラスタ的地震活動に相当）を検出し、それらの活動的、波形的な特徴を抽出する（R7-R9年度）。すでに取得されている二軸せん断試験や無垢な岩石試料の圧縮破壊試験、水圧破砕試験時に得られたAEの波形記録についても改めて精査し（R6-R7年度）、同様の解析から、それぞれの条件下での結果を比較する（R9-R10年度）。微小繰り返し前震がどのような領域でどのようなタイミングで発生しているかを明らかにする（R10年度）。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

【近傍探索技術の導入に向けた地震波形処理技術の開発】

類似地震波形の検知は、大量のベクトルデータ (=過去の地震波形群) を保持した上で、所与のベクトル (新たに得た地震計記録) がデータセット内に類似物を有するかどうか判定することで実現できる。日本列島における過去20年間の記録によれば、地震波到達時刻を10万回以上検知した観測点が、160以上存在する。これはすなわち、日本列島で未発見の微小地震を網羅的に検知するためには、20年分の連続波形を断片化したデータ (以下、クエリと称する) と、10万個以上の発見済み地震波形データ (以下、ノードと称する) を照合し、類似度を計算する作業を要することを意味する。このようなデータセットとの高速比較技術は、インターネット上のデータ流通量に駆動され、画像や文章の検索分野において急速に発展しつつある。特に Facebook 社が開発し広く使われている近傍探索ライブラリ Faiss (https://faiss.ai/) は、豊富なアルゴリズムへの対応や並列化などにより、優れた速度と精度を実現しており、本年度はその地震学への適用に着手した。まず、地震波検知の際に問題となりうる規模のデータセットの場合には、総当たりよりもデータ構造を事前に調整した高度な近傍探索技術のほうが高速であり、概ねノード数が1万を超えると、それ以上はノード数を増やしても検索時間が増加しないことが確認できた。そのようなアルゴリズムにおいては、速度のために精度が犠牲になるが、類似波形探索の場合は特定の波形にマッチする必要はなく、多数のノードのうちいずれかひとつでも、クエリと十分に似たデータにマッチすれば良い。その意味で、実際に False negative の割合が1%を下回ることを確かめた。

しかし本来、類似地震波形探索の場合は、ベクトルデータそのもの同士の距離が近いとは限らず、相互相関関数の値によって類似度を判定する。相互相関関数の最大値で定まる近傍を探索するアルゴリズムは Faiss に無いため、最も素朴な連続波形データの入力方法は、データの切り出し開始点を1サンプルずつずらして、全ての時刻から始まる膨大なクエリデータを用いることである。しかしこれには明らかに時間がかかりすぎるため、例えば300サンプルごと (典型的な地震計データならば3秒ごと)

に切り出し開始点を持つクエリデータを生成すれば、素朴な方法に比べクエリ総数が1/300に削減される。そのためには、相互相関関数が最大値を取る位置の候補を予見しておき、それに応じて適当にクエリデータの配列を巡回置換しておく前処理が有効と見込まれる。そこで、波形を断片化したデータから3成分エンヴェロープを生成し、そのエンヴェロープにローパスフィルタ処理などを施した上で、極大値をとる時刻 (図1赤点線) がゼロにくるよう巡回置換したベクトルを生成する。この処理をノード波形にもクエリ波形にも施すことで、似た波形が含まれる場合は、時間ずれ無しでほぼ同じ波形に変換されるため、相互相関ではなく内積を取るだけで高い類似度が算出される。極大値の上位何位までを取るかによって、速度と精度のトレードオフが発生するが、波形長さにはあまり依存せず、おおよそ20-30点 (つまり地震波形が100Hz×20-30秒であれば、サンプル数の1%程度) あれば、実用に耐えると期待できる精度を確認した。図2は、様々な S/N 比を持つクエリ波形と、ノードである既知の地震波形との相互相関係数、および本手法に基づく内積の値である。クエリ波形は、単一のHinet観測点で記録された約160の地震波形3成分を規格化したものに、別の時間帯から切り出した同観測点の規格化済みノイズ波形を、0.1倍から10倍までの比で足し合わせて生成した。ノード波形とクエリ波形の切り出し位置を意図的に256サンプルずらしてあるが、S/N 比が0.5倍以上あればその影響はほぼ除去され、75 %以上のクエリが、理論的に予想される相互相関係数に近い値を示している。これにより、大量の波形データを断片化して、近傍探索ライブラリに入力することが現実的となった。

【別府地熱地帯における微小地震検出と地震活動評価】

別府地熱地帯において、気象庁の地震観測記録を用いて、Matched Filter法による類似波形探索をおこない、従来の気象庁一元化震源カタログでは取りこぼされていた微小地震による波形記録を検出し、その地震活動の特徴を明らかにした。M_j = 1-3程度の比較的規模の大きい地震をテンプレートとして用い、相互相関係数を計算しながら類似波形記録を探索したところ、気象庁一元化震源カタログの数倍のイベントが検出された。

さらに、別府地熱地帯の地震活動には、地域ごとに明確な特徴が見つかった。朝見川断層周辺においては、複雑な断層構造に沿って地震が分布しており、地下深部からの流体供給に伴う間隙水圧の上昇が地震を誘発しているという、構造支配的な活動特性を示した。一方、鶴見岳周辺では火山活動に起因する群発的な地震活動が顕著であり、平野部とは異なる流体供給経路の存在を反映した活動パターンを示した。

地域によって地震の発生要因や分布が異なることが明らかになり、微小地震の活動特性を詳細に把握することが、地下の熱水供給系や地熱貯留層の挙動を可視化する上で極めて有効な手法であることが示された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

類似地震波形の検知による地震カタログの拡充は、地震発生の観測データに基づく経験的な予測と検証のみならず、地震現象の理解、地震発生モデルの精緻化においても重要な役割を果たすものである。手法開発にあわせて、ケーススタディー、模擬実験による検討を実施することで、地震発生予測の確率評価に結び付けることを目指す。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Hirano, S. and M. Naoi, 2025, DiallelX: a modern fortran code for calculating network crosscorrelation, Prog. Earth Planet. Sci., 12:31, doi:10.1186/s40645-025-00701-x,, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Makoto Naoi, Shiro Hirano, Youqing Chen, 2025, High-resolution monitoring of AE activities induced by hydraulic fracturing experiments using neural phase picking and matched filter analysis, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025, P1-17

直井誠・下條賢梧・溜渕功史，2026，日本の地震基盤観測網に最適化した深層学習走時検測器の開発，地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用（地震研究所共同利用研究集会），東京大学地震研究所

久保 久彦・Wu Stephen・加納 将行・加藤 慎也・小穴 温子・岡崎 智久・岡田 望海・亀 伸樹・小寺 祐貴・佐藤 大祐・椎名 高裕・下條 賢梧・溜渕 功史・直井 誠・西山 竜一・平原 和朗・宮本 崇・山田 真澄，2025，地震研究における大規模言語モデル活用の挑戦， 2025年度地球惑星連合大会，SCG60-01

平野史朗・直井誠，2025，マッチドフィルター解析のためのオープンソースソフトウェアの性能評価，日本地球惑星連合2025年大会，SSS12-01

直井誠，2025，気象庁一元化カタログに最適化された深層学習検測器のためのモデル改善，日本地球惑星連合2025年大会，SCG60-P01

吉村舜人・吉光奈奈，2025，別府地熱地帯の地下環境理解を目指した微小地震検出の試み, 2025年度第22回「若手研究者･学生のための研究発表会」，22 (Oral)

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：ソフトウエア開発（解析）
概要：PhaseNeXt：気象庁統合データセットを処理するために20年間の記録で訓練されたニューラル位相ピッカー
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：
調査・観測期間：
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web）
https://github.com/mktnaoi/JMAuniPicker

（10）令和８年度実施計画の概要：

【類似波形探索アルゴリズムの開発】引き続き、近傍探索技術の導入に向けた地震波形処理技術の開発を進める。
【自然地震の波形記録の解析】第二期期間中に開発された既知の微小地震記録との類似波形を探索する高速アルゴリズムを適用し、能登地域などの数年間の定常観測点の連続記録を使って時空間的にクラスタ化している微小地震活動を検出し、それがどれくらいの頻度で存在するかを調査する。検出された活動について、その発生頻度、発生様式、波形から得られるイベントの特徴（見かけ応力、応力降下量といったイベントに付随するパラメタの特徴）などの把握を開始する。
【室内実験】断層端部が完全に固着している（インタクト試料の内部に弱面が存在）模擬試料の作成を継続し、この試料を用いた圧縮破壊試験を実施し、AE（アコースティック・エミッション；微小破壊によって放射される弾性波）の連続計測をおこなう。収録されたAEの波形記録について上記と同様の解析をおこない、弱面延長や弱面でのクラスタ的なAE活動（最終破壊に先行するものは大規模地震の繰り返し前震に相当）、弱面と関係ないクラスタ的なAE活動（定常的なクラスタ的地震活動に相当）の検出に着手する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

川方 裕則（立命館大学総合科学技術研究機構）
他機関との共同研究の有無：有
平野 史朗（弘前大学大学院理工学研究科）, 直井 誠（北海道大学大学院理学研究院）, 吉光 奈奈（京都大学大学院工学研究科）, 土井 一生（京都大学防災研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：立命館大学研究部ＢＫＣリサーチオフィス
電話：077-561-2815

e-mail：ml-b-kanri@ml.ritsumei.ac.jp
URL：http://www.ritsumei.ac.jp/research/center/sci/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：川方 裕則
所属：立命館大学総合科学技術研究機構

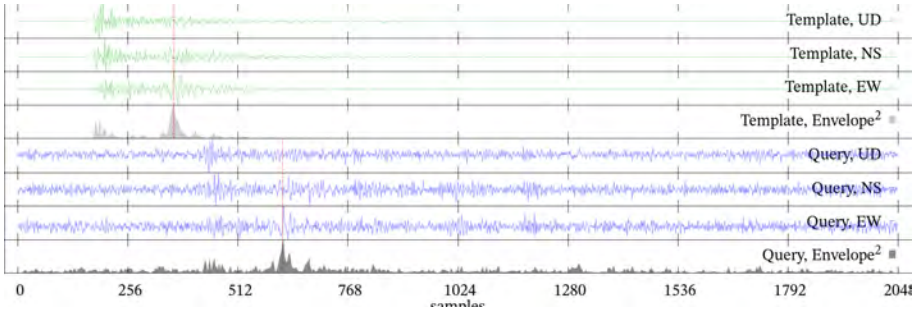


図1．既知の地震波形 (緑)とS/N比0.5の合成波形 (青)、およびそれらの3成分2乗エンヴェロープをローパスフィルタ処理などしたもの (薄灰、濃灰)。
両者は256サンプルずれた位置から切り出された波形に基づく。これほどS/N比の低い波形であっても、エンヴェロープの極大位置の相対位置はほぼ256サンプルに保たれており、従って両波形ともその位置が時刻0に来るよう巡回置換すれば、よく重なる。

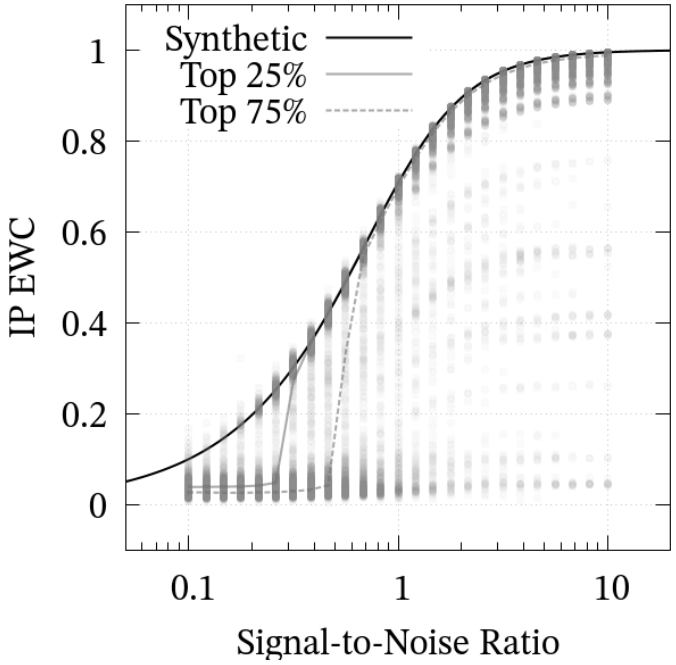


図2．S/N比を0.1から10まで変化させながら合成し巡回置換したクエリ波形と、地震波形との内積。
いずれも事前に正規化済み。S/N比が 0.5 以下となると適切な巡回置換を見誤る割合が増え、内積と相関係数最大値が乖離するが、0.5 以上であれば大部分が相関係数に一致する内積の値を示す。

令和７年度年次報告

課題番号：RTM_02

（1）実施機関名：

立命館大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）アナログ実験による表層地盤の強震動応答のモデル化

（英文）Modeling strong motion response of shallow subsurface ground through analog experiments

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

ア. 強震動の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

（5）本課題の５か年の到達目標：

地盤の応答特性（地震波速度，ピーク周波数など）は強震動によって変化することがあり，数ヶ月～数年という長期間をかけて回復するような粘弾性的ふるまいを示すケースについても報告されている．一方，2016年4月に発生した熊本地震は顕著な例であるが，数分～数週間という短期間のうちに同じ場所で繰り返し強震動が観測される事例も知られている．強震動を短期間のうちに繰り返し経験する場合，2回目以降の地盤の応答特性は，直前の強震動により変化した地盤特性の影響を強く受ける．強震動による地盤の応答特性変化とその回復過程は，地表約100 m以浅の表層地盤の粘弾性的性質に起因すると考えられているものの，未だモデル化には至っていない．繰り返し強震動が作用した場合に，その前後，および経時的に表層地盤の応答特性がどのように変化するかについて定量モデルを作成することは，適切な地震動を予測するうえで重要である．

また表層地盤は，空隙を多く含む強い不均質を持つ媒質であり，高周波数帯の波を考える場合には，この不均質は無視することができない．弱い不均質を持つ媒質に対しては，ランダム媒質を仮定した定量的なモデル化がなされており，波動場を計算できるシミュレーション＝コードも公開され，広く利用されている．一方，空隙のような強い不均質を持つ媒質に対しては，弾性的な応答に限った場合においても，波動の伝播を適切に評価できる手法がなく，新たな手法の開発が求められている．実験室においても，鉱物不均質などの弱い不均質を含む場合においては詳細な計測例があるものの，高空隙率媒質の詳細な弾性波計測は，散乱による減衰が強くなることなど高度な技術を要することもあり，実施事例は少なく，波動場計算の手法が構築されたとしても，どの程度実際の波動場をうまく近似できているかを評価できる状況にない．

本研究は，主として実験・計測を通じて，上記の課題に取り組むものである．

（6）本課題の５か年計画の概要：

【模擬表層地盤に対する繰り返し強震動入力試験】強震動の強さ・特徴的な周波数・継続時間・発生間隔などの入力の特性，および地盤の空隙率などのシステムの特性をさまざまに変化させながら，強震動を繰り返し入力した場合に，地盤応答特性がどのように変化するかを実験的に明らかにし，定量的なモデル化を目指す．

まず，模擬的な砂層地盤を作成し，地盤内に応答測定用の加速度計アレイを構築する（R6年

度）．応答特性は，地盤を変形させない程度の微弱な『モニタリング用の弾性波』を断続的に地盤に与え，透過させることによって計測する（R6-R7年度）．次に，1度の強震動が与えられた場合に地盤の応答特性がどのように変化するかを調べる．強震動は模擬砂層地盤の下に設置する振動台を振動させることによって平面波的に与える．強震動入力前後，およびその後の経時的な透過弾性波のピーク周波数の変化，複素インピーダンスの時間変化などを推定することにより，強震動応答の特徴を定量的に評価する（R7-R9年度）．さらに，1度の強震動が与えられた場合と同様の方法で，繰り返し強震動が与えられた場合の地盤応答特性の粘弾性変化を調べ，1度の強震動が与えられた場合の結果との時間依存性の違いについて検討する（R8-R10年度）．模擬砂層地盤の素材については，制御が容易なシリコンが混ぜ合わされた砂から開始し，計測技術を確立したのちに（R6-R8年度），含水量や空隙率の異なる砂層を作成して試験を継続する（R8-R10年度）．これらの試験を通じて，強震動が入力された場合に，地盤応答特性がどのように変化するかを実験的に明らかにする（R9-R10年度）．
【高空隙率の媒質に対する透過弾性波計測試験】弾性波速度が数km/s程度のセメントモルタル，1 km/s弱の石膏に，数100 m/s程度の空隙など含ませることでモデル媒質を作成する（R6-R7年度）．必要に応じて高空隙率の凝灰岩などの天然の岩石も活用する．弾性波速度と入力周波数を変えることにより波数に幅を持たせ，また空隙サイズを変えることにより特徴的な不均質スケールに幅を持たせる．波長で規格化された不均質スケールと伝播距離の関係において，実際の表層地盤の模擬として適切な範囲で媒質と入力周波数を変化させる（R6-R8年度）．挙動が単純な等価均質媒質から計測を開始させ（R6-R7年度），弱い不均質を持つ媒質，波線理論が適用できる成層構造媒質など，既存の枠組みで定量的な説明が可能なモデルへと変化させ，最後に空隙を多く含む強い不均質を持つ媒質へとモデル媒質を発展させる（R8-R9年度）．計測によって得られた記録を解析し，強い不均質を持つ媒質に対する弾性波の透過特性を明らかにする（R8-R10年度）．

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

【模擬表層地盤に対する繰り返し強震動入力試験】
R6年度に開発した実験・計測システムを使用し、強震動により模擬表層地盤を伝播する弾性波の応答特性がどのように変化するかについて調べた。基盤から表層へ振動が伝播する過程を再現するため、200 mmL × 200 mmW × 300 mmHのアクリル容器内に二層構造を持つ模擬地盤を構築した。下層に工学基盤を模した厚さ90 mmのセメントモルタル層を、上層には表層地盤を模した層を作製した。本実験装置では、強震動発生用の振動発生器に取り付けたステージ台に模擬地盤を固定し、水平方向に加振することでS波を平面波として模擬地盤に入射する。強震動に用いる波形として250–1000 Hzの対数スイープ信号を採用した。フィードバック制御に一部課題を残しながらも、少なくとも±10 m/s^2 に達する加振が可能であることを確認した。また、模擬地盤には不可逆な変形を与えないような微弱な弾性波 (以下、モニタリング波) を断続的に放射することができる。モニタリング波には、0.5秒間に1 kHzから50 kHzまで変化する線形スイープ信号を採用し、1.2秒間隔で繰り返し印加した。模擬地盤内には複数の加速度計 (AC) を異なる深度に埋設した。模擬地盤を透過するモニタリング波は各加速度計で受感され204.8 kspsで連続収録された。
解析の結果、20 kHz以下の帯域において比較的安定した信号が確認された。14–19 kHzの帯域における平均位相変化に注目すると、強震動の入力に伴い位相が即時的に変化するcoseismicな変化が確認された。これは強震動によって地盤の剛性が瞬間的に変化したことを示唆している。しかしながら、その後の期間においては、1 rad程度の日周変動が見られた。模擬地盤の熱膨張・収縮が位相の日周変化に影響を与えていることが考えられた。そこで、環境温度変化の低減を試みたところ、周期的変動は試み前の半分である0.5 rad程度まで抑制された。さらに、模擬地盤付近に温度計を取り付け、温度をモニタリングしたところ、各加速度記録の位相変化と温度変化との間に強い相関が認められた (図1)。強震動による回復過程を定量化するためには、この温度依存性を可能な限り排除するか、定量化する必要があることが明らかになった。

【異方性不均質媒質のS波スプリッティング（フィールド）】
地下構造探査や岩盤の安定性評価において重要な指標となる、異方性媒質における弾性波の振る舞いについて調べた。弾性波が地盤中の不均質構造に入射すると、不均質の形状や密度の差異の異方性に応じてS波スプリッティング現象が発生することが知られている。R7年度は、地熱地域に分布する既存の亀裂帯を対象として、微小地震観測データを用いた解析を実施した。その結果、入力される波の

周波数帯によって、不均質構造の卓越方向が異なる傾向が確認された。このことから、地盤中の不均質構造は周波数依存的な特性を有しており、不均質を含む地盤の時空間的な広がりをより正確に把握するためには、複数の周波数帯域を並行して解析に利用することが有効であると示唆された。

【異方性不均質媒質のS波スプリッティング（実験室）】
岩石内部の亀裂が弾性波に与える影響を実験室レベルで詳細に検証した。従来の知見では、S波スプリッティングを評価する実験において、亀裂の正確な位置や形状を完全に制御した状態でその応答を評価した例は極めて限定的であった。そこで、細粒安山岩の中に扁平な楕円体状の亀裂がある試料を直径40mmの供試体に整形し（図2）、この試料に対し、S波型圧電素子を用いて様々な角度から弾性波を透過させる回転透過試験を実施し、P波・S波の速度変化およびS波スプリッティング（速いS波の振動方向と到達時間差）の解析をおこなった。その結果、P波速度には人工亀裂の向きに応じた角度依存性が確認されたが、一方でS波速度については顕著な異方性が見られないという対照的な結果となった。さらに詳細なS波スプリッティング解析の結果、推定された速いS波の振動方向は、巨視的な亀裂の向きとは必ずしも一致しなかった。
この結果は、単一の大きな亀裂が存在する場合であっても、弾性波の伝播特性においてはその亀裂自体の影響より、岩石が本来持っている微小クラックの集合や、構成鉱物の配向による異方性が支配的になる可能性を示唆している。

【高空隙率の媒質に対する透過弾性波計測試験】
モデル媒質として適切な材料について検討を進めた。モルタルや石膏の場合、意図しない空隙の発生による不均質が弾性波透過に及ぼす影響を無視することができないことが明らかになり、材料を再検討することとなった。このため、本テーマの進捗はやや遅れを持つこととなったが、他テーマでの進捗が十分であり、課題全体としては特に進捗に問題ない。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
表層地盤が強震動に及ぼす影響に関する知見を増やすことができれば、強震動予測の精緻化など災害軽減に資するものとなる。強震動入力試験については装置が稼働したので、温度依存性の問題を解決後、本格的なデータ取得が期待される。また、高い空隙率を持つ媒質に対する弾性波の伝播特性は表層地盤の弾性的性質の理解に貢献し、より現実的なグリーン関数を得ることにつながるものと期待される。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

Morimoto K., N. Yoshimitsu, and K. Okamoto, 2025, Utilization of Shear-wave splitting to monitor the underground heterogeneity in the Oku-Aizu geothermal field, Japan, AGU Fall Meeting 2025, S31E-0246 (Poster)

Morimoto, K. and N. Yoshimitsu, 2025, Detecting characteristics of subsurface cracks in geothermal fields by using shear-wave splitting, NSFC–JSPS International Forum on Artificial Intelligence and Geophysics

森本光貴・吉光奈奈・川方裕則，2025，細粒岩石中の亀裂形態が透過弾性波の速度・位相異方性に与える影響，資源・素材学会 2025年度秋期大会，1110-19-07 (Oral)

森本光貴・吉光奈奈・岡本京祐，2025，奥会津地熱地帯でのS波スプリッティングを用いた地下亀裂のモニタリング，日本地球惑星科学連合2025年大会，SSS09-07 (Oral)

中山雅之・榎吉拓哉・川方裕則, 2025, 円筒形モルタル試料中の空隙が透過弾性波に与える影響, 日本地球惑星科学連合2025年大会, S-SS09

中山雅之・川方裕則・土井一生, 2025, Changes in slowness before and after rainfall detected by an active seismic array monitoring test using chirp signals on a slope, 日本地球惑星科学連合2025年大会, HDS07-P17

市部悠斗・川方裕則・佐脇泰典，2025，3次元数値シミュレーションを用いたレシーバ関数解析によるフィリピン海スラブ検出感度の定量評価，日本地震学会2025年度秋季大会，P01-06

Ichibe, Y., H. Kawakata, and Y. Sawaki, 2025, Quantitative evaluation of the detection sensitivity in receiver function analyses for the Philippine Sea Slab in the Nankai subduction zone using 3D numerical simulations, AGU Fall Meeting 2025, S51E-0159 (Poster)

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

【模擬表層地盤に対する繰り返し強震動入力試験】R7年度に明らかになった弾性波速度の温度依存性の影響について、定量評価を進め、強震動印加による影響と切り分けられるようにする。一度の強震動が与えられた場合に地盤の応答特性がどのように変化するかを調べる。強震動は模擬砂層地盤の下に設置する振動台を振動させることによって平面波的に与える。強震動入力前後、およびその後の経時的な透過弾性波のピーク周波数の変化、複素インピーダンスの時間変化などを推定することにより、強震動応答の特徴を定量的に評価する。
【高空隙率の媒質に対する透過弾性波計測試験】再検討したモデル媒質を作成し、モデル媒質に対する弾性波透過試験を実施する。弾性波速度と入力周波数を変えることにより波数に幅を持たせ、また空隙サイズを変えることにより特徴的な不均質スケールに幅を持たせる。波長で規格化された不均質スケールと伝播距離の関係において、実際の表層地盤の模擬として適切な範囲で媒質と入力周波数を変化させる。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

川方 裕則（立命館大学総合科学技術研究機構）
他機関との共同研究の有無：有
土井 一生（京都大学防災研究所）, 中山 雅之（京都大学防災研究所）, 吉光 奈奈（京都大学大学院工学研究科）, 平野 史朗（弘前大学大学院理工学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：立命館大学研究部ＢＫＣリサーチオフィス
電話：077-561-2815
e-mail：ml-b-kanri@ml.ritsumei.ac.jp
URL：http://www.ritsumei.ac.jp/research/center/sci/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：川方 裕則
所属：立命館大学総合科学技術研究機構

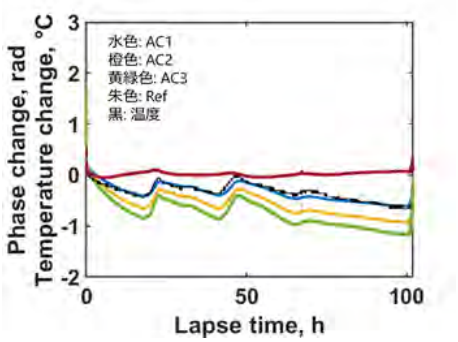


図1．工学基盤を模擬したセメントモルタル層直上に貼り付けた加速度計（Ref）および模擬地盤中の各ACの位相変化と温度計で計測された温度変化。
模擬地盤に埋設した加速度計 (ACs 1–3) の位相は、模擬地盤付近に設置した温度計で記録された温度と良く対応して変化していることが分かる。

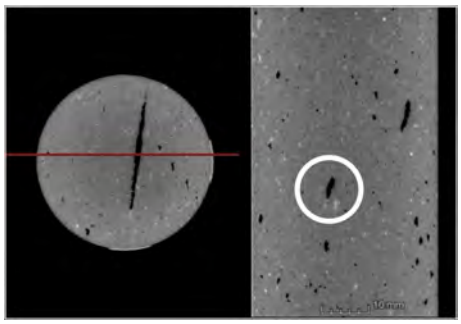


図2．細粒安山岩の中に扁平な楕円体状の亀裂がある直径40mmの円筒供試体のX線CT像の例。
左の赤線の断面が右側に示されており、扁平な楕円体状の亀裂が白丸で示されている。

令和７年度年次報告

課題番号：SSU_01

（1）実施機関名：

信州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震災害軽減に向けた効果的な防災教育の検証

（英文）Verification of effective disaster prevention education for earthquake disaster mitigation

（3）関連の深い建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（4）その他関連する建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備

(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震災害を軽減する減災は、自然現象が災害になるプロセスを遮断ないしは弱めることにより実現される。その中でも地震災害は突然発生し、起因して発生する津波や火災など時間的制限を要する中で適切な行動が求められる。防災を公助が担っていた時代には、地震発生直後の対応を乗り切れば、公的機関の支援プログラムにのることが想定され、自助共助の能力は求められていなかった。しかし、阪神淡路大震災以降公助の限界が露呈し、自助共助に一定の役割を求める中で、減災には住民一人一人の行動と役割が大きな要素を占めるようになった。その対策には地震前の予防、地震時の対応、地震後の対応の３フェーズが重要となる。各フェーズには、①危機意識の浸透、②危険情報の感度、③危険に気づく能力、④判断力と行動力など、個人や地域力にゆだねられている点が多い。しかし、現代の教育システムではこのような能力や知識を定着・活用させるための仕組みが無く、災害軽減の教育は、子供達ばかりでなく成人も含め新たな仕組みや実践が必要である。

学校現場における防災教育は、これまで突発的な地震時に身を守ることを第一に防災訓練などが行われてきたが、現在は、小学校低学年から高等学校にかけての発達段階に応じて、身の安全を守る、他者との協働、地域の特性に応じた危険を見つけ判断できるなど「生きる力」を身に着けることを求めている。これらを学校教育で実現するためには、単発的な防災訓練に止まらず、教科横断的な要素、地域社会との連携など積み重ねて学ぶカリキュラムマネジメントが必要になる。そのため、さまざまな取り組みが被災地を中心に模索されているが、体系的な防災教育像はいまだ確立されていない。その確立には先ず災害を俯瞰した専門的な知識と視野、学校の授業構成やカリキュラムなどの知識や視点が必要である。加えて、防災教育はその効果が検証されないままに様々な取り組みがなされており、防災教育の評価やその効果の検証が重要な課題である。そのため、教育学や教育心理学が従来から蓄積してきた授業効果についての研究を活用し、教育心理学分野と災害科学分野との連携から効果的な防災教育を構築する必要がある。

一方、防災教育の取組みは被災地以外と被災経験地域の間で大きな差がある。被災地域で実践される防災教育だけでは、被災経験が次第に風化し取組みが次第に下火になる可能性が高く、災害に強い社会の実現は難しい。また児童生徒だけでなく、成人にどのように防災教育を浸透させるかという課題も存在する。そのため、未被災地において災害を強く意識しない防災教育の実践（抵抗感が少なく結果的に災害に強い知識や能力が身につく）を考えていく必要がある。

このような背景を踏まえ本研究課題では、児童生徒の危険情報の感度とその向上に向けた教育方法の検証、地域学習による地域の危険を見つける能力向上方法の開発と実践、その効果検証、さらにこれらの教育実践から学んだ成果（教育効果）が地域の災害軽減にどのようにつながるのかについての検

証を教育現場や地域と連携しながら行うことを目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

①危険情報に対する感度とその向上に向けた教育方法の検証：危険情報を発信しても受信側がどのように受け止めるかは未知数である。そこでまず、危険情報に対してどのような感度が低いのかという危険情報に対する感度を調査する。次にその危険情報の感度向上のために、受動的な学習媒体である紙媒体教材、映像媒体と、主体的な学習媒体である映像教材を作成し、それを活用した授業開発と実践を行う。
②地域学習による見方・考え方の習得度の検証：地域学習を通した地域の危険を見つける能力は児童生徒が災害を意識し地域を見て歩くことから学習し、未知の危険を想像していく見方考え方である。そこで学習の結果児童生徒の見方・考え方がどのように変化し、またどの程度身につくのか検証する。
③地域理解と適切な行動との関係性の検証：地域に関してよく知っていることが災害時にどれほど適切な行動を促すのかを検証する。地域情報の集積と平行して、ロールプレイニングによる地域情報の集積度と被災時の行動様式を検証し、その関係性を明らかにする。
④学校教育が地域社会へ与える影響の検証：学校での教育実践の成果が地域の災害軽減につながることの検証として、子供たちの活動を地域に還元することで、地域住民に対する防災教育を試み、活動に参加した住民にどのような効果をもたらすのかという視点からの検証を行う。

具体的には以下のように考えている。
（令和6年度）火山災害・地震災害に関する危険情報に関する感度について児童を中心に予察的調査をおこなう。調査地域候補における現場での防災教育を実践するために必要な地域情報を収集し、地域に関する学習内容や方法について予察的な実践を行う。
（令和7年度）危険情報に関する感度について、地域差などに注目した調査をおこなう。引き続き防災教育を実践するために必要な地域情報を収集し教材や指導方針を確定しつつ、地域学習で活用するアプリやGISシステムを構築する。また、防災学習の取組の波及効果について実質的な検討を行う。災害時の様々な状況を想定し、それに合わせた行動を自発的に考えられる教材の開発を始める。
（令和8年度）危険情報に関する感度を上げるための効果的な手法を実験し、効果的な学習を開発し、効果検証方法について検討する。地域理解についても効果的な学習を開発し、その効果検証を始める。土地勘が災害時の行動にどのように寄与するのかについて、予察的な検証を開始する。
（令和9年度）効果的な波及方法について予察的な検証を行う。土地勘が災害時の行動にどのように寄与するのかについて、地域差をふまえた検証を行う。
（令和10年度）問題の改善点を明らかにするとともに、学校発の地域住民への防災教育への展開とその効果を測定する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は、「減災に資する土地勘を養う防災教育の構築と検証」を中心課題とし、①土地の履歴を含む地域理解の深化、②フィールドワークを通した災害想像力の育成、③学校と地域の連携による波及効果の検証、の３点を柱として実践と評価を進めた。
第一に、岡山市操南地区において、中学生・保護者・地域住民を対象としたフィールドワーク（FW）を実施した(2月15日予定)。従来の「防災すごろく」による学習を発展させ、干拓地形成の歴史、水路網の成り立ち、神社・石仏の立地など、土地の履歴に基づく地域形成過程を学習資源として活用した。フィールドワーク前後に「地図上に災害時に起こりうる事象やリスクを書き込む」課題を実施し、災害想像力の変化を比較した。本年度はその測定の手法開発を兼ねている。期待される結果は、従来は「低いから危ない」「川があるから危ない」といった現在の地形条件に基づく記述が中心であったものが、「干拓地である」「昔は海であった」「水路は飲料水確保のために整備された」「水道がひかれる前は用水路の水を濾して飲んでいた」など、土地の履歴と結びつけた記述へと変化する傾向が確認された。これは、単なる空間認知としての土地勘から、「履歴を含む土地勘」への質的転換を示唆するものである。
第二に、長野県川中島地区および鹿児島県東桜島地区において、地域の災害史を取り入れた防災学習を実施した。善光寺地震とその後の水害、桜島噴火と避難港・退避壕の存在など、繰り返される災害

と地域社会の対応を学習に組み込み、災害を「遠い出来事」ではなく「自らの生活圏に関わる出来事」として再認識させる取組を行った。ICTを活用した地図学習アプリおよびWeb-GIS（eコミマップ）との連携環境を整備し、フィールドワーク成果の可視化と共有を図った。
第三に、学校発の地域波及効果について予察的検証を行った。公民館と連携したWSでは、中学生のみならず、保護者や新旧住民が参加し、地域の災害履歴や避難判断資源を共有する場を構築した。児童生徒への防災学習が、保護者の防災意識や地域内の対話を促進する可能性が示唆された。
以上より、本年度は「土地の履歴を含む地域理解」が災害時の判断資源となり得ることを、実践と簡易的効果検証を通して示した点が成果といえる。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、建議に掲げられる「地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上」の項目に直接的に貢献するものであり、観測・予測研究によって得られる科学的知見を地域社会の判断資源として内在化させる教育過程を設計・検証する点に特色がある。特に火山噴火や津波等の時間的制約の大きい災害においては、土地の履歴を含む地域理解が迅速な状況判断を支える基盤となる。一方で、本研究は避難行動にとどまらず、事前のリスク理解や備え、さらには復旧・復興過程における地域資源の再評価までを射程に入れている。今後は、履歴を含む土地勘の測定指標の精緻化と、地域理解と行動選択との関係の実証を進め、災害過程全体を見通した防災教育モデルの確立を目指す。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kotoe Uchiyama, Daisuke Hirouchi, Satoko Nasu, Yasushi Sakakibara, and Iwao Kurasawa, 2026, Creation of Space for Disaster Lore Transmission based on Disaster Digital Archive – The Case of 2014 Kamishiro Fault Earthquake Disaster Archive, J. Disaster Res., Vol.21 No.1, pp. 87-100, doi: 10.20965/jdr.2026.p0087, 査読有, 謝辞有

Miri Shirokane, Airi Yamada, Ryo Misawa, and Nobuhisa Matta，2026, Developing and Implementing a Disaster Prevention Game to Enhance Local Understanding，J. Disaster Res., Vol.21 No.1, pp. 128-135, doi: 10.20965/jdr.2026.p0128, 査読有, 謝辞有

Taiyo Hamatsu and Yukiko Takeuchi, 2026, Current Situation and Problems of Pass on Related to the Kumamoto Earthquake in 2016: The Case of Elementary and Junior High School Teachers in Mashiki Town，J. Disaster Res., Vol.21 No.1, pp. 71-86, doi: 10.20965/jdr.2026.p0071, 査読有, 謝辞有

内山琴絵・廣内大助・杉浦　功・田中　格・熊谷力也・神田孝文・榊原保志, 2025, トイレを中心とした避難所環境改善と地域防災活動への展開 －信州大学教育学部附属松本小学校を事例に－, 信州大学教育学部研究論集, 19, 14-33, 10.50928/0002002713, 査読有, 謝辞無

榊原保志・小林　隆・廣内大助, 2026, 野外調査活動が避難所と避難経路を決める学習に与える影響－白馬村の小学校における事例－, 地理学評論，99-1, 46-54, 査読有, 謝辞無

榊原 保志, Vanda KOY, Kasya SOK, Chao TOLA, 小泉 治彦, 2026, カンボジアの小学校におけるペーパークラフト惑星モデル製作実習の教育効果, 地学教育, 78-3, 53-62, 査読有, 謝辞無

榊原保志, 2025, カンボジアにおける簡易天秤とペットボトルキャップ分銅を用いた教材とものの重さを量る授業プログラムの評価, 理科教育学研究, 66-2, 339-347, 10.11639/sjst.25021, 査読有, 謝辞無

Takashi Oda and Tomonori Ichinose, 2025, Enhancing Disaster Risk Reduction Competencies among School Educators: An Academic Hub and Certification Initiative for Prospective Teachers, Journal of Hazard Literacy, 1(2):e21 DOI: 10.63737/jhl.25.0021, 査読有, 謝辞無

Takashi Oda, Aiko Sakurai, Takeshi Sato, Chia-Hsin Lee, Chong-Feng Ding, 2025, Enhancing Disaster Risk Reduction at School through the Integration of Geographic Information System:

Insight from Taiwan’s School Safety GIS Platform, Journal of Disaster Research, Vol.20 No.5 pp. 746-756 doi: 10.20965/jdr.2025.p0746, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

白銀美里・山田愛莉・三沢良・松多信尚, 2025, 学区に根差した防災すごろくの作成とその教育効果の検証―災害リスクを想定する力を身につける防災教育の教材化を目指して―, 日本地球惑星科学連合2025年大会（JpGU 2025），HDS09-P06，幕張メッセ.

白銀美里・山田愛莉・三沢良・松多信尚・竹島潤, 2025, 地域連携を高める学区に根差した防災すごろく―子どもと保護者と地域をつなぐ防災活動の実践―, 2025年度地域地理科学会大会,

加藤内藏進，2025, 日本付近の大雨の多様性に関するリテラシー育成へ向けて-多彩な季節サイクルを意識した日本の気象・気候の学習の発展として-, 2025年度地域地理科学会大会, 講演番号1-(1)

Takashi Oda, Knowing Place, Reducing Risk: Expanding Geographical Understanding to Enhance Disaster Literacy in Japan, 100th Anniversary International Symposium, Geographical Association of Japan, Future Contributions of Geography: Asian Perspectives, Kyoto, November 12, 2025.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は、「履歴を含む土地勘」と防災行動につながる認知過程との関係を統合的に検証する段階と位置づける。地域巡検や防災すごろく等の実践に加え、地域理解に基づく防災意識を測定する心理学的指標と、地図への書き込みによる空間認知測定を組み合わせ、学習前後の変化を比較する。特に、リスクを地域に即して理解する力、危機を感じる力、地域特性に基づいて判断できる力、そして実行への見通しがどのように関連するかを整理し、「わかる・決める・動ける」という行動生成過程を検証する。また、火山噴火や津波等の時間制約型災害を想定した簡易シナリオ課題を導入し、限られた時間内での状況解釈力と判断の質を分析する。さらに、事前のリスク理解、発災時の判断、復旧・復興段階での地域資源の再評価までを視野に入れ、防災教育を災害過程全体を貫く枠組みとして整理する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

廣内大助（信州大学教育学部）, 榊原保志（信州大学教育学部）, 竹下欣宏（信州大学教育学部）, 本間喜子（信州大学学術研究・産学官連携推進機構）, 茅野理恵（信州大学教育学部）, 島田英明（信州大学教育学部）, 内山琴絵（信州大学教育学部）

他機関との共同研究の有無：有

竹内裕希子（熊本大学工学部）, 小田隆史（東京大学総合文化研究科）, 加藤内蔵進（岡山大学教育学部）, 岡崎 善弘（岡山大学教育学部）, 松多信尚（岡山大学教育学部）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：学術研究院（教育学系）
電話：0262384090
e-mail：hirokuma@shinshu-u.ac.jp
URL：https://gakusyu.shinshu-bousai.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：廣内大助
所属：信州大学教育学部

令和７年度年次報告

課題番号：THK_01

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底測地観測の拡充と測地・繰り返し地震データの統合解析によるプレート境界すべりモニタリング

（英文）Monitoring of interplate fault slip through extension of seafloor geodetic observation and an integrated analysis of geodetic and repeating earthquake data

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、日本海溝沿いにおける海底測地観測（GNSS音響観測）と繰り返し地震観測の実施とその統合的な解析を行うことで、2011年東北地方太平洋沖地震後のプレート境界断層すべり・固着のこれまでの時空間発展および現状把握を行う。また、その結果を元に東北沖地震自体の現象解明にも取り組む。具体的には、（１）これまで海域での測地観測の空白域であった房総沖における海底測地観測点の設置および海底地殻変動観測の実施による地殻変動場の現状把握、（２）繰り返し地震観測とそのデータ解析の継続的な実施・高度化、（３）海陸の測地観測データと繰り返し地震データを統合的に解析する断層すべりモデル化手法の開発、を実施する。（１）・（２）で得られた観測成果を用いて（３）による解析を実施し，日本海溝沿いでのプレート境界断層すべり・固着の時空間発展を把握する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

海底測地観測の実施：これまでの海域での測地観測の空白域であり、かつ津波地震の発生リスクのある房総沖日本海溝浅部域において、海溝を挟む形でGNSS-A観測点を2点設置する。各GNSS-A観測点では、年に1回程度のキャンペーン観測を繰り返し実施し、5年間の変位速度を計測する。既に設置されている東北沖のGNSS-A観測点（22点）についても年に1回程度の観測を実施する見込みである。
繰り返し地震カタログの高度化：これまでの成果で既に繰り返し地震カタログは作成しているが、課題期間内での繰り返し地震カタログの更新、及びS-netデータを最大限活用したより小規模の地震に対応した繰り返し地震カタログの高度化を本課題で実施する。
断層すべりモデリングの高度化：海陸測地観測データ・繰り返し地震データを統合した断層すべりの時空間発展を推定する手法を開発する。本課題で活用する繰り返し地震・陸域GNSS観測・海域GNSS-A観測は、データの時間・空間スケールが異なるほか、観測精度も大きく異なる。そのため、すべり分布を推定する上でデータ間の重みやすべり分布の時空間変化についての拘束条件を最適化す

ることで、それぞれのデータの長所を生かしたすべり・固着の時空間発展の推定に取り組む。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

（１）海底測地観測の実施による地殻変動場の現状把握

昨年度の2024年10月に日本海溝沿い房総沖においてGNSS-A観測点を新たに2点設置した（図１赤四角：G26点、およびG27点）が、各観測点を構成する4台の海底局の内、G27点では１台の動作が確認できなかった。そのため、本年度2025年6月にG27点に代替海底局を設置し（東京海洋大学練習船・神鷹丸により実施）、初回のキャンペーン観測を無人海上航行機であるWaveGliderを用いて実施した。G26点については、設置した観測機器に異常はなく、昨年度に1回、本年度に2回のキャンペーン観測を船舶（新青丸KS-25-11次航海、および東京海洋大学練習船・汐路丸）によって実施した。

既存のGNSS-A観測点については、船舶を用いたキャンペーン観測を実施し、本年度は計5観測点でデータを取得した。2011年東北地方太平洋沖地震以降から本年度までに取得した既存のGNSS-A観測データについて、海中音速場の水平勾配の影響を考慮したGNSS-A測位解析（Tomita, 2024, EPS）を行い、海底地殻変動場を求めた（図2a）。また、近年（2021年以降）の変位速度を求めた結果、陸上GNSS観測点とは異なり、沖合のGNSS-A観測点では余効すべりを示すような海溝向きの変位は見られなかった（図2b）。このことは、沖合では2011東北地方太平洋沖地震に伴う粘弾性緩和やプレート間固着の影響が支配的であることが示唆される。

（２）繰り返し地震観測とそのデータ解析の継続的な実施・高度化

繰り返し地震解析の高度化に向けて、S-netデータを用いたより小規模な地震の震源決定を進め，海域での検知能力の向上を確認した。さらに、震源位置についても、繰り返し地震が、プレート境界モデルとよく一致する場所に求められ、深さの精度が向上していることが確認できた（図3）。このカタログを用い、繰り返し地震活動から指定されるプレート境界すべりに関する解釈も進めた。その結果、北海道～東北地方の沖合に帯状に活動が活発な場所が見出され、この場所における非地震性すべりの卓越が、大規模プレート境界地震の地震時のすべりの拡大を規制していると推定した（Suzuki et al., 2025）。また、海底測地観測との統合解析に向けた繰り返し地震の解析のためのデータの蓄積も継続した。

（３）海陸の測地観測データと繰り返し地震データの統合解析による断層すべり推定

（１）による日本海溝沿いの海底地殻変動場の現状把握より、現在はプレート間固着の寄与が有意に現れていることが示唆された。地震間変形におけるプレート間固着を考える場合には、過去の地震間のプレート間固着すべり（定常すべりとすべり欠損）の粘弾性応答の影響が無視できないことが確かめられつつある。そこで、二層粘弾性構造における地震間変形を記述するグリーン関数を生成し（Fukahata & Matsu’ura, 2005; 2006, GJI）、地震間変形のモデリングを試みた。なお、日本海溝沿いでは2011東北地方太平洋沖地震に伴う粘弾性緩和の影響が顕著なため、2025年カムチャッカ地震以前のカムチャッカ沈み込み帯における地震間地殻変動データを用いて検証を行った。結果として、粘弾性構造の導入により弾性構造を仮定した場合に現れる過剰なすべり欠損の影響が低減できることが示された（Tomita, in press, EPS）。これにより、将来的に実施する日本海海溝沿いでのプレート間固着・すべりの時空間発展の推定において、グリーン関数の設計が重要となることが確かめられた。本課題では、プレート間固着すべりの時空間発展を複数の観測データを用いて推定する手法として、マルコフ連鎖モンテカルロ（MCMC）法によってデータ種別ごとの観測誤差分布（データ種別ごとのデータの分散の大きさ）とスパース性を持つ小断層配置を最適化可能なTomita et al. (2021, JGR)のすべりインバージョン手法の活用に取り組んでいる。本年度は、解析手法内での小断層配置の最適化枠組みを高度化することで、すべり分布推定の不確実性評価をより正確に行う手法開発を実施した。具体的には、小断層ごとの持つ情報量が均質であり、かつ観測データによってすべりパラメータが分離可能である（すべりパラメータ間が無相関となる）条件を事前分布として取り入れた。この事前分布により、観測データの本来持つ空間分解能に合わせたすべり分布の推定が可能となった（富田，2025，測地学会）。現状では、観測誤差を固定した検証しか実施していないが、来年度以降にデータ種別ごとの観測誤差分布とデータの空間分解能に合わせた小断層配置を同時に最適化するインバージョン枠組みを構築したい。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

地震発生過程を理解する上での基本情報となる網羅的な海底測地観測データ、およびプレート境界での非地震性すべりをモニター可能な繰り返し地震観測データを順調に取得している。また、それらのデータの解析手法の高度化にも着手し、着実に目的達成に貢献している。また、新規観測点設置、および今後の4-5年の継続観測の実施により、日本海溝沿い全域、特にこれまで評価されていなかった房総沖日本海溝沿いでのハザード評価が進むと期待され、ハザードの正確な認知による災害軽減に貢献できると考える。

(8) 令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

富田史章，2025，ベイズ推定によるすべりインバージョン研究の高度化，地震2，78，31–51，doi:10.4294/zisin.2024-23., 査読有, 謝辞無

Tomita, F., in press, Re-evaluation of the Interseismic Slip Deficit Rates along the Kamchatka Subduction Zone, Earth, Planets and Space, doi:10.1186/s40623-026-02378-y, 査読有, 謝辞無

Suzuki, R., N. Uchida, W. Zhu, G. C. Beroza, T. Nakayama, K. Yoshida, G. Toyokuni, R. Takagi, R. Azuma and A. Hasegawa, 2025, The forearc seismic belt: A fluid pathway constraining down-dip megathrust earthquake rupture. Science, 389, 190-194. doi:10.1126/science.adt6389., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Sun, T., K. Wang, J. He, F. Tomita, T. Iinuma, R. Hino, M. Kido, & Y. Ohta, 2025, A Thin and Weak Lithosphere-Asthenosphere Boundary (LAB) Beneath the Oceanic Lithosphere and its Effects on Subduction Earthquake Cycle Deformation, EGU General Assembly 2025, EGU25-13084, doi:10.5194/egusphere-egu25-13084.

飯沼卓史・木戸元之・ 太田雄策・福田達也・富田史章・横田裕輔・日野亮太・藤田実季子・堀高峰，2025，Seafloor Crustal Deformation Observations Utilizing Unmanned Surface Vehicles at Plate Subduction zones around the Japanese Islands，日本地球惑星連合2025年大会，SCG55-28.

富田史章・Sun Tianhaozhe・飯沼卓史・木戸元之・太田雄策・内田直希・Wang Kelin，2025，Postseismic deformation of the 2011 Tohoku earthquake: Insights from GNSS, GNSS-A, and repeating earthquake observations，日本地球惑星連合2025年大会，SCG46-09.

富田史章・木戸元之・中東和夫・太田雄策・遠藤神奈多・唐啓賢・日野亮太，2025，日本海溝沿い房総沖におけるGNSS音響結合方式による海底地殻変動観測の開始，日本地球惑星連合2025年大会，SCG55-30.

富田史章，2025，断層すべり分布推定における小断層配置の最適化，日本地震学会2025年度秋季大会，P22-02.

富田史章，2025，測地すべりインバージョンにおける小断層分割の最適化，日本測地学会第144回講演会，18.

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地殻変動：GNSS音響結合方式海底地殻変動観測
概要：東京海洋大学練習船・神鷹丸による房総沖におけるGNSS-A観測機器の設置、およびGNSS-A用Wave Gliderの投入。
既存データベースとの関係：

調査・観測地域： 34.9461 141.8941
調査・観測期間：2025/6/16-2025/6/20
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地殻変動：GNSS音響結合方式海底地殻変動観測
概要：KS-25-11航海：千島・日本海溝における船舶によるGNSS-A観測の実施。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域： 37.9329 143.1986
調査・観測期間：2025/8/22-2025/9/4
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地殻変動：GNSS音響結合方式海底地殻変動観測
概要：東京海洋大学練習船・汐路丸による房総・茨城沖における船舶によるGNSS-A観測の実施。
既存データベースとの関係：
調査・観測地域： 35.7276 142.0469
調査・観測期間：2025/10/21-2025/10/24
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

海底測地観測については、房総沖の新規観測点、および既存のGNSS-A観測点において、船舶・WaveGliderによる観測を行い、現在の海底地殻変動場の検出に努める。繰り返し地震については、引き続いて繰り返し地震カタログの更新とS-netを用いた高精度化に取り組む。断層すべり推定については、開発しているインバージョン手法をさらに改良し、複数項目の観測データ（海陸測地データ、および繰り返し地震データ）を用いた実データへの適用を実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

富田史章（東北大学災害科学国際研究所）, 内田直希（東北大学大学院理学研究科）, 木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）, 太田雄策（東北大学大学院理学研究科）, 日野亮太（東北大学大学院理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
中東和夫（東京海洋大学）, 飯沼卓史（海洋研究開発機構）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：富田史章
所属：東北大学災害科学国際研究所

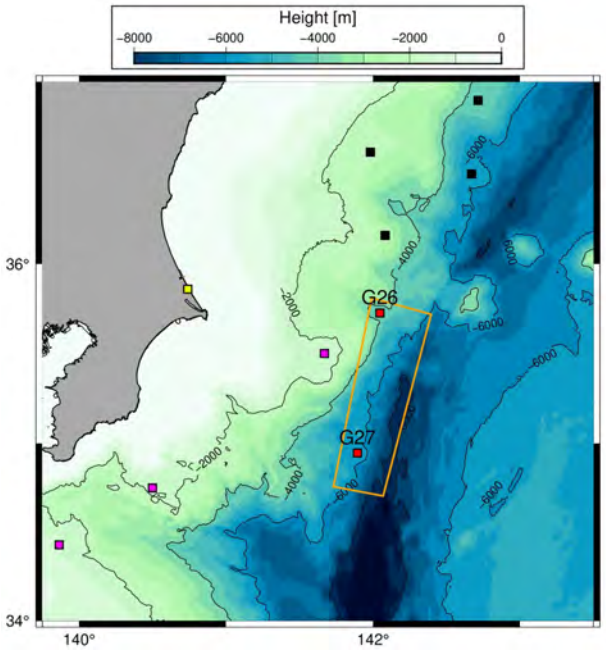


図１：房総沖における海底測地観測点分布
黒四角・マゼンタ四角はそれぞれ東北大学・海上保安庁による既存のGNSS-A観測点位置を示す。陸上の黄三角は、東北大学によって保守しているGNSS-A観測用の陸上基準GNSS観測点位置を示す。橙矩形は、1677年延宝房総津波地震の主すべり域（slip=16 m; Yanagisawa et al., 2016）を示す。

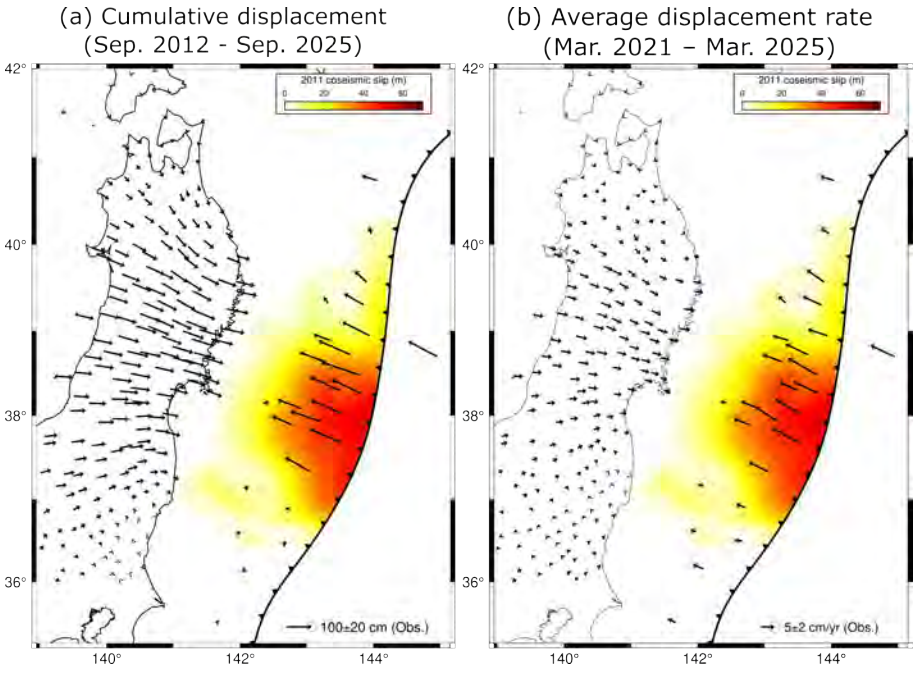


図２：日本海溝沿いでの2011年東北地方太平洋地震後の地殻変動場
a）2012年9月–2025年9月の累積変位，（b）2021年3月–2025年3月の平均変位速度。背景色は、Kubota et al. (2022)の2011年東北地方太平洋地震の地震時すべりモデルを示す。変位はオホーツクプレート速度（DeMets et al., 2010）基準に変換されている。

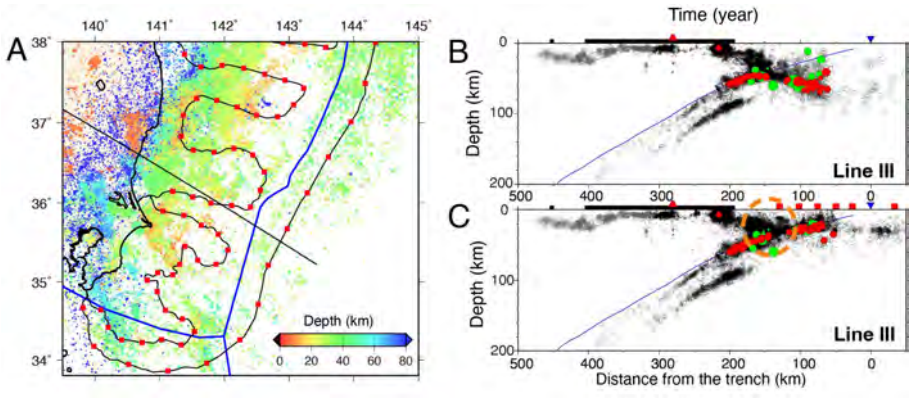


図３：S-netおよび深層学習を用いて決定した震源分布。
断面図(B)は気象庁カタログの震源位置、 断面図（C）は、本研究による震源位置を示す。赤丸は繰り返し地震を示し、海溝からの距離、150–200kmの地点にその集中域が見られる。

令和７年度年次報告

課題番号：THK_02

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）爆発的火山噴火の推移を支配する要因の解明：物質科学的アプローチによる研究
（英文）Petrological study on factors controlling the transitions of explosive volcanic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

一旦開始した爆発的火山噴火は、マグマ噴出に伴ってマグマだまりの収縮を引き起こし、最終的には終息へと向かう。原理的にはマグマだまりの圧力低下に伴い噴出率が低下し、噴火は比較的穏やかな様式へと推移すると予想されるが、マグマ噴出率や噴火様式の推移の仕方は多様である。例えば、噴火とともに指数関数的に噴出率が減衰する場合（Grímsvötn火山2011年噴火）もあれば、噴出率一定の爆発的噴火が続いた後、噴出率が急減する場合（霧島山新燃岳2011年噴火）などが報告されている。このような噴出率や噴火様式の多様性の発生原因は不明であり爆発的噴火がどのような推移を辿るのか現在のところ予測することはできない。本研究では複数の爆発的噴火を例として、物質科学的アプローチにより噴火中のマグマだまり状態、マグマ上昇過程の変化を明らかにし、噴火推移を支配する要因が何であるのか調べることを目的とする。最終的には、爆発的火山噴火の推移の多様性を支配する要因を調べることで、火山噴火推移を記述する物理モデルの高度化へ貢献することを目的とする。

本研究計画では、一旦開始した爆発的噴火が収束するまでの過程において、マグマだまり状態、マグマ上昇過程（減圧率と破砕圧力など）がどう変化したのかを明らかにする。その方法として、一連の噴火の火山噴出物を採取し岩石学的解析を行う。具体的な解析としては、噴火中のマグマだまり含水量の時間変化を明らかにするためにメルト包有物中の揮発性成分の分析を行い、さらにマグマ上昇中の減圧率・破砕圧力などを推定するために石基組織（マイクロライトの数密度や結晶量など）の記載を行う。また、噴出物の岩石組織の再現実験（外熱式水熱装置を用いた減圧実験）を行うことで、組織を再現できるマグマ減圧率や最終圧力を定量的に推定する。以上の方法により、地表で観察される爆発的噴火の強度や様式の変化が、マグマだまりの状態の変化に起因するのか、それともマグマ上昇過程の変化に起因するのか明らかにする。さらに、本研究で得られるマグマだまり含水量などと物理モデルを組み合わせ、噴火推移が物理モデルで再現可能か検証する。本５か年では、噴火推移が良くわかっている霧島新燃岳2011年および2018年噴火、有珠火山1977年噴火を対象として研究を進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

以下に５か年の実施計画の概要を記す。まず令和６年度は新燃岳2011年、2018年噴火および有珠火山1977年噴火の火山噴出物の解析を進める。必要な追加試料について地質調査・試料採取を進める。これらの火山噴出物試料中の斑晶に含まれるメルト包有物を赤外分光法で分析し、含水量を決定する。メルト包有物の含水量は、噴火開始前のマグマの定置圧力（多くの場合はマグマだまり圧力）を反映する。同時に、研磨試料を電子顕微鏡で観察し、石基組織中のマイクロライト・ナノライトの数密度・サイズ・形状を測定する。マイクロライトと石基ガラスの化学組成も測定を開始する。マイクロライ

ト・ナノライトの数密度やサイズなどはマグマ減圧率や破砕圧力を反映する。すべての分析は東北大学・理に設置してある分析装置を用いて行う。また、減圧実験の準備や予備実験およびマグマ上昇の物理モデルの整備も開始する。令和７年度は前年度から引き続き火山噴出物の解析を進める。解析を進めた結果必要となった試料について追加採取を行う。マグマ上昇を再現した実験を開始する。メルト包有物の含水量および石基組織、化学組成などに基づき、地表で観察される爆発的噴火の強度や様式の変化がマグマだまりの状態の変化に起因するのか、それともマグマ上昇過程の変化に起因するのか議論する。噴出物や実験から推定されたマグマ減圧率や破砕圧力が、メルト包有物の解析から得られたマグマだまり条件を境界条件としたマグマ上昇の物理モデルで再現可能か検討を開始する。令和８年度においても火山噴出物の解析、減圧実験を継続する。有珠・新燃岳の噴火について実験結果と噴出物の解析結果（マイクロライト数密度や結晶量、化学組成）を比較することで、マグマ減圧率や破砕圧力の推定を試みる。噴出物や実験から推定されたマグマ減圧率や破砕圧力が、メルト包有物の解析から得られたマグマだまり条件を境界条件としたマグマ上昇の物理モデルで、再現可能か検討する。令和９年度までには火山噴出物の解析、減圧実験を終了する。また、噴出物の解析等から得られたマグマ減圧率などを物理モデルで再現可能か検討する。もし再現できない場合、どのような原因があるのか検討する。令和１０年度においては、新燃岳・有珠火山について、考えられる現在のマグマだまり条件を過去の研究を参考に推定し、本研究計画で構築された物理モデルにより、将来発生しうる爆発的噴火の推移について考察する。噴出物の解析・減圧実験の結果、物理モデルの構築に関して得られた研究成果をまとめる。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、前年度に採取した新燃岳2011年噴火の噴出物中のメルト包有物および石基組織の解析を進めた。３回のサブプリニー式噴火で噴出した軽石中のメルト包有物の解析を進めたところ、揮発性成分量から推定される噴火前のマグマ停滞深度はマグマだまりから火道内まで幅広い分布を示すことが分かった。また３回のサブプリニー式噴火の軽石の石基組織に明瞭な変化は見られなかった。これらの結果から，３回のサブプリニー式噴火とも噴火直前にマグマが火道に貫入していた可能性が見いだされた。今後、１回目のサブプリニー式噴火前に発生していたマグマ水蒸気爆発の試料にも注目する。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「1 地震・火山現象の解明のための研究」の項目「(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化」に関して、繰り返し発生する爆発的噴火（新燃岳2011年噴火を例として）について噴火直前のマグマ滞留深度の推移について知見が得られた。さらに1回目のサブプリニー式噴火前にすでにマグマが火道浅部まで上昇、定置していたことから，その前のマグマ水蒸気噴火に注目することで爆発的噴火の推移メカニズムについた新しい知見が得られる可能性がある。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Shuhei Hotta, Satoshi Okumura, Kazuhisa Matsumoto, Tsuyoshi Miyamoto, Akihiko Tomiya, Kiyoaki Niida, 2025, Petrological constraints on magma ascent processes during the 1977 eruption of Usu volcano, Japan, Journal of Geophyscal Research, 130(7), e2024JB030966, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Shuhei Hotta, Satoshi Okumura, Kazuhisa Matsumoto, Tsuyoshi Miyamoto, Akihiko Tomiya, Kiyoaki Niida, 2025, Petrological constraints on magma ascent processes during the 1977 eruption of Usu volcano, Japan, IAVCEI25, S3.2, 3.2.25

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は，引き続き新燃岳2011年噴火の噴出物の解析を進める。特にメルト包有物の含水量や二酸化炭素量の変化に注目し，噴火推移と上昇したマグマの滞留深度の関係について検討する。さらに１回目のサブプリニー式噴火前に発生したマグマ水蒸気噴火についての解析を進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

奥村聡（東北大学大学院理学研究科地学専攻）
他機関との共同研究の有無：有
小園誠史（防災科学技術研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科地学専攻
電話：
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：奥村聡
所属：東北大学大学院理学研究科地学専攻

令和７年度年次報告

課題番号：THK_03

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）スラブ内地震・深発地震の発生場・発生機構の解明
（英文）Generation Mechanism of Intraslab and Deep Earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

自然地震の地震波解析と室内での岩石変形実験を組み合わせることにより、スラブ内地震の発生機構の理解を進展させることを目的とする。

地震波解析からは、深部スラブの形状や二重深発地震面における地震活動の詳細とエネルギー収支、スラブ内地震の発生場となるアウターライズ断層の活動様式と含水化のかかわりを明らかにする。

岩石変形実験からは、最新の放射光実験とAE観測に基づき、脱水不安定や相転移不安定性などに伴う断層形成・震源過程を実験的に検証することにより、スラブ内部の温度・圧力および岩石種を変化させた場合の複雑な断層形成機構を明らかにする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

概要

・地震波解析: スラブ内地震・アウターライズ地震の地震波放射エネルギー、破壊複雑性、地震活動のb値を推定し、その空間変化の意味を調べるとともに、実験結果との比較を行う。西南日本に沈み込むフィリピン海スラブ内の二重深発地震面の有無や近畿地方下に存在するとされているスラブの断裂、関東地方下に沈み込むフィリピン海プレート内の蛇紋岩化領域と過去のM7クラス地震の震源域との関係などを精査することにより、日本列島で実際に発生しているスラブ内地震の発生場の詳細を明らかにする。東北沖地震以降に度々発生したM7級アウターライズ地震の震源断層の形状や深さ範囲を再検討することにより、アウターライズ断層の成長や含水プロセスの手がかりを得る。

・室内実験: 稍深発・深発地震を再現する温度・圧力条件を発生することが可能な高圧変形試験機（マルチアンビル型もしくは固体圧変形試験機）とAE（アコースティック・エミッション）計測を組み合わせることで、含水鉱物を含む岩石（蛇紋岩、角閃岩、青色片岩など）の脱水反応やオリビンスピネル相転移に伴う断層形成（塑性不安定性）機構と震源過程を明らかにする。 高温高圧下での変形実験に使用可能かつ自然地震との地震波特性の比較が可能な広帯域AEセンサーの開発も進める。 広帯域AEセンサーにCT観察を組み合わせ、 自然地震とも比較可能な b値や断層の発達過程を計測することで、出発試料や変形条件によって変わる複雑な断層形成機構を明らかにする。 さらに構造探査から

得られる二重深発地震面での断層再活動の可能性を明らかにするために、 高間隙水圧下での既存断層の有無による震源過程の違いを明らかにする。

年次計画
・令和６年度
[地震波解析]　最新の地震波形データを取得するとともに、蓄積されてきた海底地震観測データを整理し、それらデータの一次処理を行う。
[実験] 高温高圧環境下にて使用可能な広帯域AEセンサーの開発を行う。二重深発地震面上面で起きる稍深発地震の発生メカニズム解明に向けて、青色片岩の高温高圧変形実験を固体圧変形試験機にて行い、AE観測と組み合わせることにより震源過程を明らかにする。
・令和７年度
[地震波解析] 近畿地方下に存在するとされている太平洋スラブの深部断裂の有無を調査し、得られた結果とスラブ内地震の分布やメカニズム解の比較により、活発な深発地震活動の原因を議論する。機械学習に基づく地震検出により海溝海側斜面域における地震活動の再評価を行う。日本列島周辺域で発生したスラブ内地震の地震活動の b値の空間変化を推定する。
[実験] 前年度に開発した広帯域AEセンサーを用いて、AEの発震機構を推定する。そのために、8個のセンサーを用いることのできるD111加圧方式を試験機に採用する。高間隙水圧システムを固体圧変形試験機に導入し、青色片岩の変形実験から行い、間隙水圧の断層形成への影響を明らかにする。
・令和８年度
[地震波解析] 関東地方下に沈み込むフィリピン海プレート内の地震波速度構造を推定し、蛇紋岩化領域と過去のM7クラス地震の震源域との関係を精査する。宮城県沖の海溝海側斜面域で実施された2011・2012・2013・2017年海域観測データから地震検出、精密震源決定と小繰り返し地震の探索を行い、M7級地震に関係した非地震性すべりの検出を試みる。日本列島周辺で発生した中～大規模地震スラブ内・アウターライズ地震の震源時間関数の網羅的な推定を行う。
[実験] 稍深発地震発生場の温度圧力環境下（400～800℃、2～3万気圧）におけるダナイトの変形実験を行う。その際に、前年度までに開発した広帯域AEセンサー＋D111加圧方式を用いて卓越周波数の測定を行うほか、発震機構を求めることも試みる。b値決定も併せて行い、断層形成機構の詳細の解明を目指す。上部マントルに沈み込んだアウターライズ断層の再活動を模擬した断層ガウジを用いた高温高圧下での摩擦実験を行う。広帯域AEセンサーの開発も進め、自然地震との地震波特性の比較を行う。
・令和９年度
[地震波解析] 西南日本に沈み込むフィリピン海スラブ内の地震活動を詳細に調べ、二重深発地震面の有無および先行研究で提唱されているスラブの断裂の再評価を行う。2015年（1933年昭和三陸地震）と2017年（福島県沖）の海底地震観測データとS-netのデータを解析し、日本海溝中～北部広域のアウターライズ断層地震活動の分布把握を行う。前年度に得られた震源時間関数データを用いて、日本列島周辺で発生した中～大規模地震スラブ内・アウターライズ地震の放射エネルギー・破壊複雑性を網羅的に調べる。
[実験] 前年度と同様の圧縮変形実験を含水ダナイト試料に対して行う。水性流体が AEの卓越周波数や発震機構、及びb値に与える影響を明らかにする。マントル遷移層条件でのアウターライズ断層の再活動を模擬した摩擦実験をマルチアンビル型変形試験機にて行う。
・令和１０年度
[地震波解析] 前年度までに得られたスラブ内地震発生場・不均質構造と地震活動、地震波放射エネルギー、破壊過程の複雑性の関係を系統的に比較・検討し、実験結果と総合することにより、スラブ内地震の発生原因を考察する。
[実験] 前々年度と同様の実験を、深発地震発生場の温度圧力環境下（600～1000℃、13～20万気圧）において試みる。カンラン石の圧力誘起相転移にトリガーされる断層形成機構の詳細を明らかにすることを目指す。引き続きマントル遷移層での断層再活動を模擬した変形実験を行い、アウターライズ断層がどの深さまで再活動するのかを明らかにする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
本年度は、地震波解析と高温高圧変形実験の双方から、沈み込む海洋プレート（スラブ）の断層再活

動メカニズムと、流体および鉱物相転移が果たす役割について包括的な理解を得た。

沈み込み直後
・海洋プレートでは、沈み込みに伴う曲げ変形により、海溝海側のアウターライズ域で正断層群が発達し、地塁・地溝構造を形成する。千島海溝の反射法探査記録に基づき、これらの比高が正断層の成長に伴い、沈み込み前の約400 mから沈み込み直後には約800 mに急増していると考えられてきた。しかし、従来の反射法解析で用いられる速度モデルは屈折法探査で観測される近オフセットの初動屈折波走時を十分に説明できておらず、この沈み込み後の増大した比高は浅部速度モデルの精度不足による見かけの特徴である可能性も考えられる。そこで、屈折法データに全波形インバージョンを適用して得られたP波速度モデルを用いて反射記録の深度変換を行った。その結果、沈み込んだ断層の比高は約500 mであり、沈み込み前から大きく変化していないことが明らかとなった。さらに、海洋地殻上部では沈み込み直後に速度増加が認められ、圧密に伴う地殻内クラックの閉口が示唆される。これらの結果は、根室沖千島海溝においては、沈み込み直後におけるプレート曲がりに起因する海洋地殻の破砕は従来の認識ほど顕著でなく、むしろ圧密による構造変化が卓越し始めることを示している。

前弧海域
・海溝付近での海洋プレートの折れ曲がりによって、プレート内部にアウターライズ断層が形成される。沈み込んだ先でもアウターライズ断層は巨大な弱面であり、傾斜角とよく一致する断層面角をもつスラブ内地震（やや深発地震・深発地震）が多数観測される。しかし、摩擦強度が高い深部の高圧条件下でアウターライズ断層がなぜ再活動するのかは未だ解明されていない。そこで、アウターライズ断層を模擬した岩石の高温高圧変形実験を様々な力学条件下で行い、アウターライズ断層の再活動に必要な条件を探った。具体的には、深さ 50 kmに相当する温度圧力（300℃、1.5 GPa）において、乾燥条件・湿潤条件（0.1 wt% H2O）のそれぞれで、アウターライズ断層を模模した先行亀裂を有する岩石の変形実験を行った。乾燥条件下では断層内外に亀裂が形成されるとともにゆっくりすべりが発生した一方で、湿潤条件では高間隙水圧のために、亀裂の形成が抑制されるとともに、周期的なゆっくりすべりが発生した。アウターライズ断層の再活動がこのようなゆっくりすべりによって誘起される可能性が示唆される。
・大型放射光施設SPring-8にてカンラン石多結晶体試料を用い、沈み込むスラブ内浅部の温度圧力条件下で試料の変形とその一時停止を繰り返す周期変形実験を行った。その結果、試料からアコースティック・エミッション（AE）が発生するのは、試料が被る差応力が過去最大値を更新し続ける場合に限られ、それを下回る場合にはAEが発生しないことが明らかになった。弾性領域におけるこのようなメモリー効果は「カイザー効果」として知られるが、本研究の結果は非弾性領域におけるものであり、結晶内における転位の堆積によって生じるback stressの働きによって説明されうることを示した。同一の地域にて小〜中規模の地震が繰り返し発生する状況は、 カイザー効果やそれに類するメモリー効果の観点からは、震源域が被る差応力が過去最大級に達しているものと解釈される。すなわち前震が繰り返し起きた後に本震が起きるような状況はそのような「差応力が過去最大級に高まった」状況に該当するはずである。また、差応力が過去最大級に達することは地殻変動という形でも反映されるはずであり、地震予測を目指していく上での一つの指標となりうる。本内容（Ohuchi et al., 2025）に関する成果は、愛媛新聞（2025年6/15付）でも報道された。
・ 短周期地震波形を用いたモーメントテンソルインバージョン手法を改良することにより、2003年宮城沖 Mw7.0スラブ内地震周辺で多数のメカニズム解を決定することに成功した。これらのデータを用いて応力場を推定した結果、スラブ内と上盤プレートで応力場の方向が約 90°異なること、スラブ内の down-dip compressionの応力場がプレート境界の直近 (2 km以内)まで及んでいること明らかになった。これらのことは、当該プレート境界の摩擦強度が著しく弱いことを示唆している。さらに、上盤プレート内とスラブ内の応力場の違いに基づき、down-dip compression応力場の定量的な見積もりを行った。
・精密震源再決定と新規クラスタリング手法の適用により、2021・22年の福島県沖地震がアウターライズ断層の再活動であり、断層上の含水化度の不均質 （b値分布）が破壊の開始と拡大を制御したことを解明した。さらに、プレート境界での非地震性すべりとスラブ内地震が相互に誘発し合う連鎖的プロセスを実証し、沈み込み帯における複雑な相互作用の理解に新たな知見を提示した。
・スラブ内の地震活動や断層の地震性すへ゛りに関する流体の影響は、日本列島下では、積極的に研究がなされてきたが、これまで、プレートが沈み込んで陸域に達するまでの前弧海域での研究は少な

かった。本年度は、S-netデータを用いた、海域地震計の読み取り値データを学習させた深層学習モデルを構築し、海域下の震源決定精度、特に深さの精度を向上させた (Suzuki et al., 2025)。スラブ地殻内(プレート境界から5-12km下)の地震活動を調べたところ、北海道～東北地方の太平洋岸の沖のプレート境界深度35-75kmに帯状に地震が活発な場所（前弧地震帯）を発見した。この前弧地震帯のスラブ地殻部分では、従来考えられてきた場所よりも浅い部分での脱水が起きている可能性が示唆される (Suzuki et al., 2025)。スラフ゛内地震の発生機構の解明だけでなく断層の地震性すへ゛りに影響する流体のモニタリンク゛にも寄与する成果である。

深部スラブ (深さ 100 km以深)
・東北地方～中部日本においてレシーバー関数再解析を行い、エクロジャイト相転移に伴う速度コントラストの消失の深さを検討した。その結果、東北地方では太平洋スラブ地殻のエクロジャイト化が深さ約 100 km で概ね完了するのに対し、関東地方西部ではその深度が約 200 km まで達していることが明瞭に示された。エクロジャイト化が完了した深さ以深ではスラブ地殻内地震がほとんど発生しなくなるという結果も得られ、このことは脱水脆性化がスラブ内地震の発生原因であるという従来のモデルを支持する。
・中部日本下の深さ350 km以深において、準安定オリビン領域と解釈可能なシグナルの深さ範囲と深発地震の発生位置がよい対応を示すことが明らかになった。一方で、準安定オリビン領域は約450 km以深では見られなくなることもわかった。これは鉱物学的に予測される深さ範囲よりも有意に浅い。準安定オリビン領域が深くまで存在しない原因を明らかにするために、スラブ沈み込みの温度シミュレーションを用いて予備的な検討を行った。
・大量の近地と遠地地震のスペクトルデータの解析に基づき、日本列島下の深さ700kmに至る3次元P波・S波減衰(Q)構造を初めて推定した。その結果、フィリピン海スラブが西南日本下に深さ約400kmまで沈み込んでいる様子がイメージングされ、これまでの速度トモグラフィーの結果を支持する結果が得られた。西南日本では、フィリピン海スラブの下と太平洋スラブの上に顕著な低速度と低 Qの異常体が見つかった。これは太平洋スラブの深部脱水と big mantle wedge内の熱い上昇流を反映すると考えられる。また、200km以深ではスラブ内地震が発生しなくなる傾向が得られ、これは薄いフィリピン海スラブがその下の熱い上昇流に加熱され、早期に脆性を失ったためと解釈できる。西南日本におけるフィリピン海スラブの複雑な形状の一因はスラブ下のマントル上昇流の熱と浮力であることが示唆する結果が得られた (Wang & Zhao 2025 JGR).
・マントル遷移層に相当する条件（800℃˜、13 GPa）下で変形実験を行い、アウターライズ断層を模擬した断層面に相転移物質（ウォズレアイト）が集中して形成されることを明らかにした。より高温では、断層面沿いの相転移物質を起点として相転移が進行し、新たな断層が形成された。これらの結果は、アウターライズ断層は深発地震の発生の起点となる可能性を示している。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
・スラブ内地震の発生場（応力場）、発生環境（アウターライズ断層の再活動）、および発生機構（脱水脆性化）に関する新たな知見が得られた。これらの成果は、地震発生および火山活動を支配する「場」の解明とモデル化に直接資するものである。
・沈み込み帯深部においてもアウターライズ断層がスラブ内地震の発生を規定している可能性を提示した。深部環境下における岩石の力学特性・破壊過程・流体挙動を実験的に解明したことは、スラブ内地震の発生メカニズムの物理的理解を深める上で大きな貢献を果たしている。
・スラブ起源流体がどの深度で分離・供給され、どのように浅部へ輸送されるかを解明することは、流体誘起地震の発生機構を理解する上で不可欠である。今後は、関東地方下のように前弧地震帯が陸域直下に及ぶ地域において、スラブから続く地震帯の性質と直下型地震の発生ポテンシャルとの関連を解明していくことが、災害軽減（ハザード評価の高度化）に向けた重要な課題となる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

Dong, Z., Liu, X., Zhao, D., & Zhao, S., 2025, Oceanic subduction and craton underthrusting beneath the Bolivian orocline in Central Andes: Insight from anisotropic tomography,

Geophys. J. Int., 241, 1762-1779, 査読有, 謝辞無

Liang, X., Zhao, D., Faccenda, M., Yang, S., & Xu, Y., 2025, Melt architecture under East Asian volcanoes revealed by anisotropic tomography, J. Geophys. Res., 130, e2025JB031819, doi:10.1029/2025JB031819, 査読有, 謝辞無

Miyazaki, K. & Nakajima, J., 2025, Amplitude-corrected receiver function imaging for a dipping interface, Geophys. J. Int., 243, ggaf391, doi:10.1093/gji/ggaf391, 査読有, 謝辞無

Nakajima, J., 2025, The Tokyo Bay earthquake nest, Japan: Implications for a subducted seamount, Tectonophysics, 906, 230728, doi:10.1016/j.tecto.2025.230728, 査読有, 謝辞無

Nie, R., Liu, X., & Zhao, D., 2025, Seismic tomography of the Pampean flat-slab subduction zone and its implications for volcanism and seismicity in the Central Andes, Earth Planet. Sci. Lett., 669, 119575,, 査読有, 謝辞無

Ohuchi, T., Higo, Y., Tsujino, N., Seto, Y., Kakizawa, S., Tange, Y., Miyagawa, Y., Kono, Y., Yumoto, H., Koyama, T., Yamazaki, H., Senba, Y., Ohashi, H., Inoue, H., Ohsumi, I., Hayashi, Y., Yabashi, M., & Irifune, T., 2025, A Stress Memory Effect in Olivine at Upper Mantle Pressures and Temperatures, Geophys. Res. Lett., 52, e2025GL114960, doi:10.1029/2025GL114960, 査読有, 謝辞無

Sawa, S., Gasc, J., Miyajima, N., Schubnel, A., Baïsset, M. & Muto, J., 2025, Magnitude distribution during transformational faulting: Implication for deep-focus earthquakes, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2025JB031779, doi:10.1029/2025JB031779, 査読有, 謝辞無

Suzuki, R., Uchida, N., Zhu, W., Beroza, G. C., Nakayama, T., Yoshida, K., Toyokuni, G., Takagi, R., Azuma, R., & Hasegawa, A., 2025, The forearc seismic belt: A fluid pathway constraining down-dip megathrust earthquake rupture, Science, 389, 190-194, doi:10.1126/science.adt6389, 査読有, 謝辞有

Taniguchi, S., Yamada, A., Ohuchi, T., Ohara, K., Shibata, D., Nishiwaki, M., & Matsuoka, J., 2025, Synthesis and structure of anisotropic borosilicate glasses under differential stress at high pressure and temperature, J. Am. Ceram. Soc., , e70040,, 査読有, 謝辞無

Toyokuni, G., Zhao, D., & Takada, D., 2025, Whole-mantle isotropic and anisotropic tomography beneath Japan and adjacent regions, J. Geophys. Res., 130, e2024JB029593, doi:10.1029/2024JB029593, 査読有, 謝辞無

Toyokuni, G. & Zhao, D., 2026, Slabs and plumes beneath South America revealed by whole mantle tomography, Surveys in Geophysics, 47, , doi:10.1007/s10712-025-09926-3, 査読有, 謝辞無

Wang, J., Zhu, D., Zhang, Z., He, J., Chen, L., Zhao, D., & Yao, Z., 2025, Seismic evidence for large-scale intraslab heterogeneity beneath Northeast Japan, J. Geophys. Res., 130, e2024JB030046, doi:10.1029/2024JB030046, 査読有, 謝辞無

Wang, L., Mukuhira, Y., Yabe, Y., Sawa, S., & Muto, J., 2025, Induced earthquakes inhibited by shear thickening fluid, Geophysical Research Letters, 52, e2025GL118281, doi:10.1029/2025GL118281, 査読有, 謝辞有

Wang, T., Hu, H., Zhao, D., Niu, X., & Ruan, A., 2025, Subduction polarity reversal during arc-continent collision in Taiwan: New insight from P-wave tomography, J. Geophys. Res., 130, e2025JB031442, doi:10.1029/2025JB031442, 査読有, 謝辞無

Wang, Z. & Zhao, D., 2025, Deep attenuation structure of Japan subduction zone from joint inversion of local and teleseismic data, J. Geophys. Res., 130, e2025JB031451,

doi:10.1029/2025JB031451, 査読有, 謝辞無

Zhang, X., Jiang, G., Zhao, D., & Zhang, G., 2026, Fine slab structure and mechanism of deep earthquakes beneath central Japan, Communications Earth & Environment, (in press), 査読有, 謝辞無

Zhao, D., Liu, X., & Zhao, D., 2025, Shear-wave velocity and azimuthal anisotropy in the upper mantle of the Tonga subduction zone, Geoscience, 39, 1-17,, 査読有, 謝辞無

Zhao, D. & Toyokuni, G., 2025, Seismogenic structures in subduction zones, Surveys in Geophysics, 46, 1137-1172,, 査読有, 謝辞無

Zhao, D., Toyokuni, G., & Kim, Y., 2025, Changbai intraplate volcanism and big mantle wedge, Phys. Earth Planet. Inter., 367, 107425,, 査読有, 謝辞無

大内智博, 2026, CdTe二次元ピクセル検出器を用いた高温高圧下における差応力および歪の高時間分解能測定―時間依存性のレオロジー物性測定に向けた技術開発―, 地学雑誌, 135, 85-98,, 査読有, 謝辞無

Yoshida, K., 2025, Different Seismogenic Environments of Interplate and Intraslab Earthquakes: Re-Examination of Apparent Repeating Earthquakes, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130(8), e2025JB031433, 10.1029/2025jb031433, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Ohuchi, T., Kubota, T., Higo, Y., Tsujino, N., Kakizawa, S., Ohsumi, H., & Yabashi, M., 2025, In situ observation of faulting in olivine under the pressure-temperature conditions of subducting slabs using high-flux synchrotron X-rays, AIRAPT-29, ,

Ohuchi, T., Kubota, T., Higo, Y., Tsujino, N., Kakizawa, S., Seto, Y., Hoshino, M., Uesugi, K., & Okumura, S., 2025, In situ observation of faulting in olivine under the pressure-temperature conditions of subducting slabs using a high-flux synchrotron X-ray, Japan Geoscience Union Meeting 2025, SIT17-074,

Sawa, S., Ohuchi, T., Matsuda, K., & Muto, J., 2025, Reactivation of outer-rise faults in mantle transition zone, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025, ,

Yoshida, K., 2025, Abrupt Change in Stress Field Near the Deep Plate Interface: Investigation Using Short-Period Moment Tensor Inversion, Japan Geoscience Union Meeting 2025, ,

Zhao, D., Liang, X., Hua, Y., & Xu, Y., 2025, Origin of intraplate volcanism and big mantle wedge beneath western Alaska and the Bering Sea, Japan Geoscience Union Meeting 2025, ,

大澤 亮・日野 亮太・吉田 圭佑・大舘 未来・太田 雄策, 2025, 2021･2022年M7福島県沖スラブ内震源域における地震活動の時空間変化, 日本地球惑星科学連合2025年大会, ,

大澤 亮・日野 亮太・吉田 圭佑・大舘 未来・太田 雄策, 2025, 2011年東北地方太平洋沖地震の震源域深部延長におけるプレート間地震とプレート内地震の相互作用, 日本地震学会2025年度秋季大会, ,

宮崎 一希・中島 淳一, 2025, 傾斜を考慮したレシーバー関数イメージングの振幅補正手法, 2025年度日本地震学会秋季大会, P01-05,

宮崎 一希・中島 淳一, 2025, レシーバー関数イメージングによるマントル遷移層までの新しい流体輸送モデル, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG54–16,

宮崎 一希・中島 淳一, 2025, 太平洋プレート海洋地殻の脱水フロントの地震学的な制約：火山フロントとの空間的一致, 2025年日本地質学会学術大会, T10-P6,

宮崎 一希・中島 淳一・吉岡 祥一, 2025, Metastable olivine wedgeと深発地震発生分布の空間的一致,

2025年度日本地震学会秋季大会, P07-01,

澤 燦道, 2025, 高温高圧実験から探る深発地震発生メカニズム, 日本地球惑星科学連合2025年大会, ,

澤 燦道・Gasc, J.・宮島 延吉・Schubnel, A.・Baïsset, M.・武藤 潤, 2025, Magnitude distribution during phase transformational faulting: Implication for deep-focus earthquakes, 日本地球惑星科学連合2025年大会, ,

吉田 圭佑, 2025, スラブ内とプレート境界における地震発生パターンの異なりと、繰り返し地震誤検出の可能性, 日本地球惑星科学連合2025年大会, ,

趙 大鵬・Wang, Z., 2025, 近地と遠地地震スペクトルデータから推定した日本列島深部の３次元減衰構造, 2025年度日本地震学会秋季大会, ,

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：その他：地震カタログ
概要：S-netおよび深層学習を利用して作成した2026-2020年の地震カタログ 既存データベースとの関係: 気象庁による地震カタログに比べて海域の特定の場所では、5.9倍の数の地震を同定した。 調査・観測期間：2016-2020
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：東北日本 (およそ34.0-42.5N, 139.5-146Eの範囲)
調査・観測期間：
公開状況：公開中（データベース・データリポジトリ・Web） doi:10.5281/zenodo.13854225

（10）令和８年度実施計画の概要：

・多領域における応力場の解明と定量化 対象領域を拡大し、スラブ内部からプレート境界、上盤プレートに至る応力場の空間変化を調査する。これにより、各領域における応力場の定量的評価を行うとともに、その支配要因（起因）を解明する。
・ 高解像度トモグラフィーによる構造と地震発生機構の解明 最先端の地震波トモグラフィー法を適用し、大量の近地・遠地地震データの走時解析を行うことで、日本列島および他沈み込み帯におけるスラブ内外の詳細な3次元速度構造および異方性構造を推定する。特に、スラブ内やスラブ直下の構造的不均質（異常構造）がスラブ内地震の発生に与える影響を明らかにする。
・ 関東地方等における沈み込みダイナミクスの研究推進 関東地方などの複雑な沈み込み帯を対象に、スラブの幾何形状、地震発生場、およびスラブ内部の変形過程の相互関係について研究を推進し、その実態解明を進める。
・ 含水鉱物の影響評価および高時間分解能実験 アウターライズ断層帯では流体浸透に伴う含水鉱物の形成が予想されるため、含水鉱物を介在させた変形実験を行い、これらが断層再活動に及ぼす影響を検証する。また、大型放射光施設SPring-8においてサブ秒オーダーの時間分解能を有するカンラン石の変形・破壊実験を実施する。これにより、高温高圧下での断層形成およびすべりプロセスの詳細をその場観察し、物理モデルの構築を目指す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

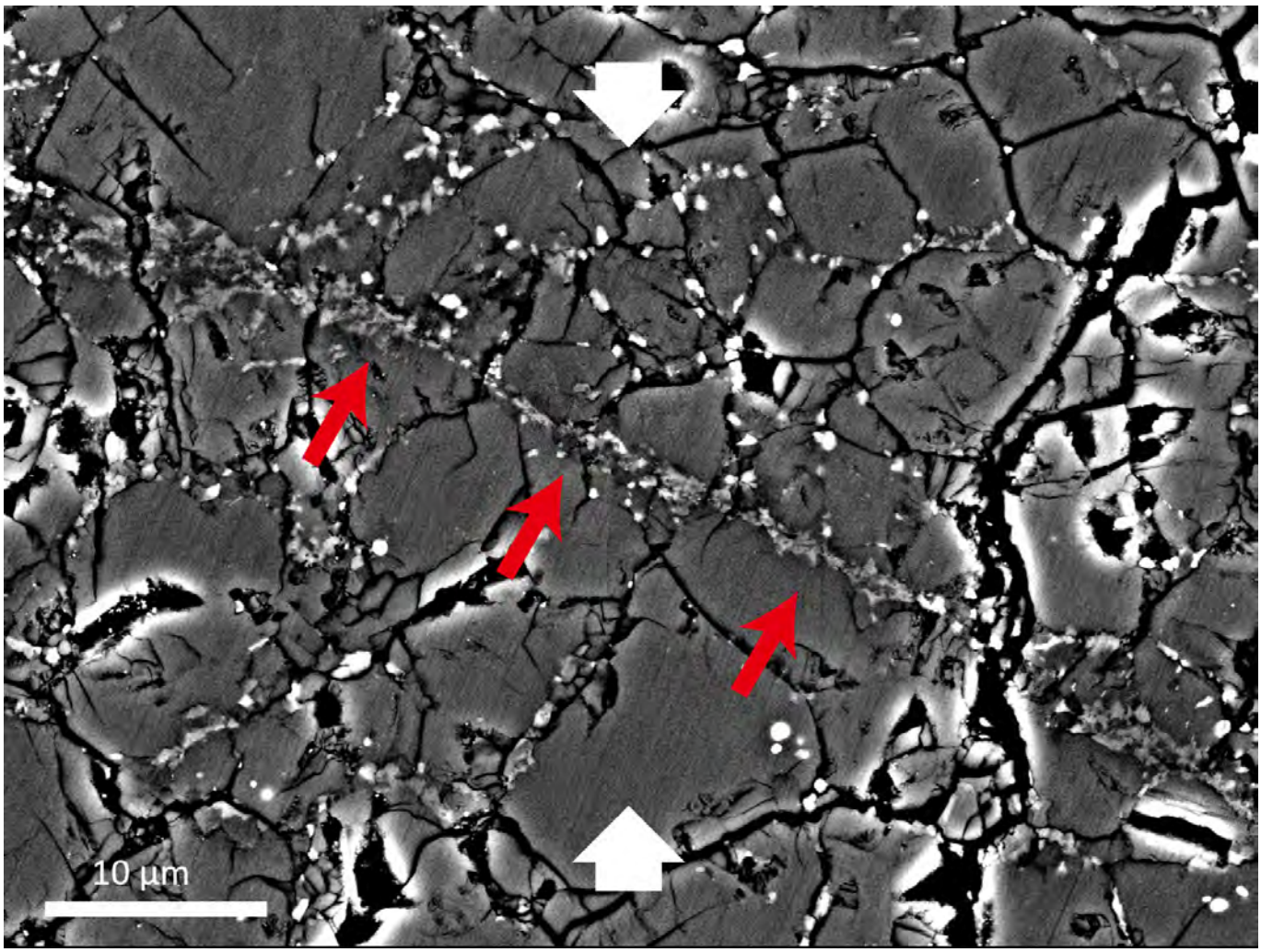
日野 亮太（東北大学）, 趙 大鵬（東北大学）, 内田 直希（東北大学）, 矢部 康男（東北大学）, 武藤 潤（東北大学）, 澤 燦道（東北大学）, 東 龍介（東北大学）, 吉田 圭佑（東北大学）
他機関との共同研究の有無：有
中島淳一（東京科学大学）, 大内智博（愛媛大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

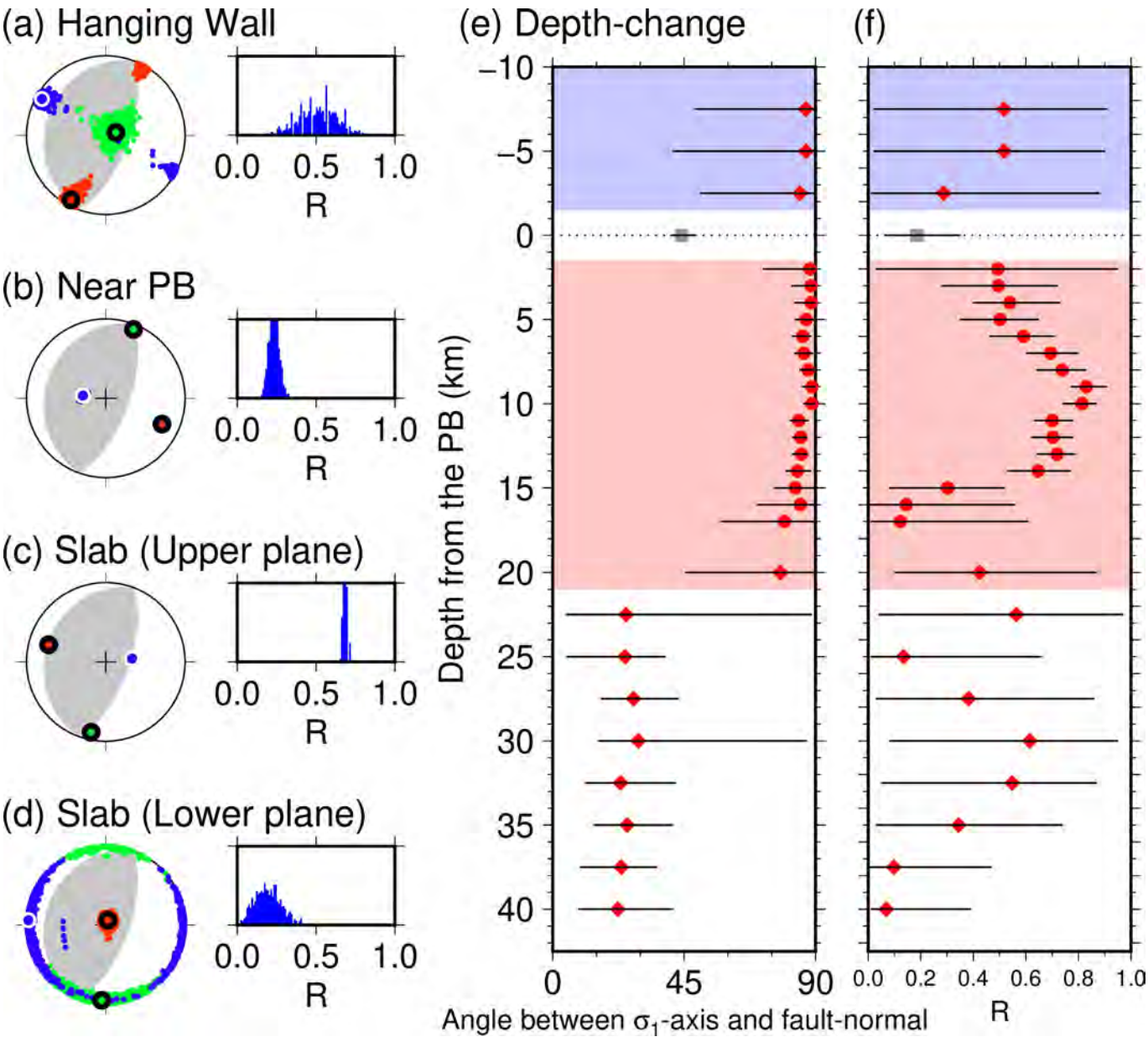
部署名等：東北大学　大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：吉田圭佑
所属：東北大学　大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター



変形後のかんらん石試料の走査電子顕微鏡写真.
アウターライズ断層を模擬した断層面に相転移物質が集中して形成されている（赤矢印）．白矢印は最大圧縮応力軸方向を示す.



スラブ内地震震源域と直上プレート境界・上盤プレート内の応力場
(a)-(d): 応力テンソルインバージョンの結果。赤：σ1軸、緑：σ2軸、青：σ3軸。プレート境界からの相対深さと (e) σ1軸と断層法線のなす角と (f) 応力比 Rの関係。

令和７年度年次報告

課題番号：THK_04

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）包括的構造解析に基づく日本海溝沈み込み帯の地震発生場と内部変形過程の理解
（英文）Seismogenesis and deformation process in the Japan Trench subduction zone inferred from comprehensive structural analysis

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

プレート沈み込みに伴う地震発生過程の解明には発生場の理解が必要不可欠である。しかし、巨大地震震源域を含むプレート境界の浅い領域のほとんどは海域に位置しているため、地震学的構造の理解が人工地震探査による浅部2次元構造や局所的な海底地震観測に依存し、水平及び深さ方向に広い領域の構造不均質についての理解が不十分であった。S-netをはじめとする最近の海域観測網の発展と観測データの蓄積はこの状況を一変させ、海域を含めた沈み込み帯構造不均質に関する理解が一気に進展すると期待される。また、解析手法の高度化により、地震波速度の等方成分だけでなく地震波速度異方性トモグラフィーが発展してきた。地震波速度異方性は、応力場やマントル対流などのプレート沈み込みに伴う地殻・マントルの内部変形過程やダイナミクスに関する情報を与える重要なパラメータである。本研究課題では、巨大地震・スロー地震・スラブ内地震等の様々な地震現象が発生し地震観測研究のフロンティアである日本海溝沈み込み帯周辺を対象とし、海域及び陸域観測網のデータを活用した広域かつ高分解能な３次元構造解析を行う。先行研究により、前弧最先端部の堆積層構造と浅部滑り挙動の関係に加えて、より深部のスラブ下マントル構造とプレート境界すべり滑り様式の関係が指摘されていることからも、浅部から深部までの３次元不均質構造の全体像の解明が重要であると考えられる。そのため、堆積層・上盤地殻・マントルウェッジ・プレート境界・スラブ・スラブ下マントルまで含めた3次元地震波速度構造・異方性構造を推定し、日本海溝沈み込み帯の地震発生場及び内部変形過程を包括的に理解することが目的である。

（6）本課題の５か年計画の概要：

最先端の実体波トモグラフィー及び表面波トモグラフィーを用いて日本海溝沈み込み帯周辺におけ

る3次元の地震学的構造を推定する。実体波トモグラフィーでは近地及び遠地地震による実体波走時を利用して上盤プレートからスラブ下マントルまでの比較的深部のP波速度・S波速度構造を主対象とした構造解析を行う。表面波トモグラフィーでは常時微動と遠地地震表面波を利用し、堆積層からプレート境界周辺及び海洋性地殻を含むスラブ上部の浅部S波速度構造を主対象とする。得意とする深さ範囲が異なるそれぞれの手法による結果を相互に比較・統合して解釈を行うことで、浅部から深部までの全体像の理解につなげる。具体的な研究内容は下記の通りである。

令和６～９年度においては、自然地震の到達時刻データを用いた実体波トモグラフィー及び常時微動・遠地地震データを用いた表面波トモグラフィーを実施する。これまで開発してきた実体波トモグラフィー手法を、Hi-netとS-netを中心とする海陸基盤観測網のデータに適用し、P波・S波の3次元速度構造・異方性構造を推定する。特に、任意の対称軸を持つ３次元異方性構造を推定できる最先端のトモグラフィー手法を活用する。上盤プレート内及びスラブ内の近地地震を用いることで上盤プレート内からスラブ上部の構造を拘束する。また、波形解析によって海域及び陸域の観測網で記録された遠地地震相対走時の読み取りを行い、近地地震到達時刻と合わせて解析することで、スラブ下マントル深部構造まで含めたマルチスケールのトモグラフィーを得る。速度構造及び異方性構造を合わせて地震活動等と比較解釈することで、地震発生場の構造不均質・応力場・断層構造および及び上盤プレート内・スラブ内部の変形過程を明らかにする。

また、海陸基盤観測網で観測された常時微動連続記録に地震波干渉法を適用し、周期数秒から数十秒程度までの表面波を抽出する。マルチモード表面波及び有限周波数効果を取り入れた最先端の表面波トモグラフィー手法を適用することで、堆積層からスラブ上部までのS波速度構造をこれまでの手法よりも水平・深さ方向ともに高分解能で推定する。常時微動に加えて遠地地震による表面波を合わせて利用することで、長周期側の周期帯域を広げてより深部における推定分解能向上を図る。日本海溝沈み込み帯では通常地震とスロー地震が近接して発生するなど、短波長のプレート滑り様式不均質が示唆されている。そのため、基盤観測網に加えて過去の海底稠密地震観測データを再活用することにより、より小スケールの構造不均質及び地震発生場の理解を目指す。また、表面波から方位異方性・鉛直異方性構造を推定するためのトモグラフィー手法の高度化を行う。

令和９～１０年度においては、上記解析の結果を統合して解釈することで、日本海溝沈み込み帯の浅部の堆積層から深部のスラブ下マントルまで含めた構造不均質と内部変形過程の全体像及び地震活動との関係性を解明する。また、同解析を日本と世界の他の沈み込み帯にも適用し、普遍性や日本海溝沈み込み帯における特徴を抽出する。さらに、上記解析の相互のフィードバックによって構造推定の高度化を図るとともに、実体波到達時刻および及び表面波分散曲線の同時利用を検討し、可能であればジョイント・インバージョンによってよりシームレスな構造モデルの構築を目指す。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

日本の陸域と海域に展開されている稠密な地震観測網(Hi-net, S-net等)で記録された大量の近地地震と遠地地震のスペクトルデータを用いて、日本列島下の深さ700kmまでの3次元P波・S波減衰(Q)構造を初めて推定した。沈み込んでいる太平洋スラブとフィリピン海スラブがhigh-Q異常体としてイメージングされた。マントルwedgeに顕著なlow-Q異常体が見られ、スラブ脱水と熱いマントル上昇流を反映する。スラブ下のマントルに顕著なQ変化が見られ、スラブの深い沈み込みとマントル深部からの上昇流によって生じたローカルマントル対流を反映する(Wang & Zhao 2025 JGR)。

最新の全マントル地震波トモグラフィー法で地震波速度方位異方性を取り扱えるよう拡張し、日本沈み込み帯下の全マントル3次元等方性・異方性地震波速度構造を初めて詳細に可視化した。これにより、千島海溝下の太平洋スラブに存在するスラブウィンドウを介して、スラブ下低速度構造が巨大噴火発生に関わっている可能性が見いだされた (Toyokuni et al. 2025 JGR)。南米沈み込み帯でも同様に、スラブやスラブ下構造と巨大噴火との関連が明らかとなった (Toyokuni & Zhao 2026 SIG)。

日本海溝北部における稠密海底地震観測データを用いた常時微動表面波トモグラフィーにより推定した3次元S波速度構造からプレート境界付近のS波速度を抽出し、2025年11月の三陸沖の地震活動と比較を行なった。その結果、プレート境界深さが同程度の場所について、微動発生域は低S波速度異常、1994年三陸はるか沖地震の破壊開始点が存在する微動空白域は高S波速度異常に対応するのに対し、2025年11月の地震活動はその中間的なS波速度を持つ領域に位置していることが明らかになった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に

対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

包括的な構造解析により、異方性構造や減衰構造を含む沈み込み帯における不均質構造が明らかになってきた。「地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化」によって、災害を引き起こす「プレート境界地震と海洋プレート内部の地震」や沈み込み帯の火山噴火の根源的な理解につながる成果である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Toyokuni, G. and D. Zhao, 2026, Slabs and plumes beneath South America revealed by whole mantle tomography. Surveys in Geophysics, 47, https://doi.org/10.1007/s10712-025-09926-3, 査読有, 謝辞無

Zhang, X., G. Jiang, D. Zhao, and G. Zhang, 2026, Fine slab structure and mechanism of deep earthquakes beneath central Japan. Communications Earth & Environment (in press)., 査読有, 謝辞有

Zhao, D., and G. Toyokuni, 2025, Seismogenic structures in subduction zones, Surveys in Geophysics, 46, 1137-1172., 査読有, 謝辞有

Zhao, D., G. Toyokuni, and Y. Kim, 2025, Changbai intraplate volcanism and big mantle wedge. Phys. Earth Planet. Inter. 367, 107425., 査読有, 謝辞有

Wang, Z., and D. Zhao, 2025, Deep attenuation structure of Japan subduction zone from joint inversion of local and teleseismic data. J. Geophys. Res. 130, e2025JB031451., 査読有, 謝辞有

Liang, X., D. Zhao, M. Faccenda, S. Yang, and Y. Xu, 2025, Melt architecture under East Asian volcanoes revealed by anisotropic tomography. J. Geophys. Res. 130, e2025JB031819., 査読有, 謝辞有

Wang, T., H. Hu, D. Zhao, X., Niu, and A. Ruan, 2025, Subduction polarity reversal during arc-continent collision in Taiwan: New insight from P-wave tomography. J. Geophys. Res. 130, e2025JB031442., 査読有, 謝辞有

Nie, R., X. Liu, and D. Zhao, 2025, Seismic tomography of the Pampean flat-slab subduction zone and its implications for volcanism and seismicity in the Central Andes. Earth Planet. Sci. Lett. 669, 119575., 査読有, 謝辞有

Dong, Z., X. Liu, D. Zhao, and S. Zhao, 2025, Oceanic subduction and craton underthrusting beneath the Bolivian orocline in Central Andes: Insight from anisotropic tomography, Geophys. J. Int. 241, 1762-1779., 査読有, 謝辞有

Wang, J., D. Zhu, Z. Zhang, J. He, L. Chen, D. Zhao, and Z. Yao, 2025, Seismic evidence for large-scale intraslab heterogeneity beneath Northeast Japan. J. Geophys. Res. 130, e2024JB030046., 査読有, 謝辞無

Toyokuni, G., D. Zhao, and D. Takada, 2025, Whole-mantle isotropic and anisotropic tomography beneath Japan and adjacent regions. J. Geophys. Res. 130, e2024JB029593., 査読有, 謝辞有

Zhao, D., X. Liu, and D. Zhao, 2025, Shear-wave velocity and azimuthal anisotropy in the upper mantle of the Tonga subduction zone. Geoscience 39, 1-17., 査読有, 謝辞無

Takagi, R., K. Yoshida, and T. Okada, 2025, Rupture of solidified ancient magma that impeded preceding swarm migrations led to the 2024 Noto earthquake, Science Advances, 11, 42, Takagi, R., K. Yoshida, and T. Okada, 2025, Rupture of solidified ancient magma that impeded preceding swarm migrations led to the 2024 Noto earthquake, Science Advances, 11, 42, doi: 10.1126/sciadv.adv5938., 査読有, 謝辞有

Suzuki, R., N. Uchida, W. Zhu, G. Beroza, T. Nakayama, K. Yoshida, G. Toyokuni, R. Takagi, R. Azuma, A. Hasegawa, 2025, The forearc seismic belt: A fluid pathway constraining down-dip megathrust earthquake rupture, Science, 389,190-194, doi: 10.1126/science.adt6389, 査読有, 謝辞有

Tagami, A., T. Okada, M.K. Savage, C. Chamberlain, T. Matsuzawa, R. Fujimura, K. Tateiwa, K. Yoshida, R. Takagi, S. Kimura, S. Hirahara, T. Yamada, and Y. Ohta, 2025, Evaluation of the favorability of faults to slip: the case of the 2024 Noto Peninsula earthquake, Earth Planets Space 77, 107, doi: 10.1186/s40623-025-02235-4, 査読有, 謝辞無

Paris, N., Y. Itoh, F. Brenguier, Q. Wang, Y. Sheng, T. Okada, N. Uchida, Q. Higueret, R. Takagi, S. Sakai, S. Hirahara, and S. Kimura, 2025, Coseismic crustal seismic velocity changes associated with the 2024 MW 7.5 Noto earthquake, Japan, Earth Planets Space 77, 51 , doi: 10.1186/s40623-025-02177-x, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Zhao, D., X. Liang, Y. Hua, and Y. Xu, 2025, Origin of intraplate volcanism and big mantle wedge beneath western Alaska and the Bering Sea, 日本地球惑星科学連合2025年大会.

趙大鵬, Z. Wang, 2025, 近地と遠地地震スペクトルデータから推定した日本列島深部の３次元減衰構造,日本地震学会2025年度秋季大会.

Toyokuni, G., and D. Zhao, 2025, The stealth hotspot volcanoes, 日本地球惑星科学連合2025年大会.

Toyokuni, G., D. Zhao, M. Kanao, S. Tsuboi, and H. Takenaka, 2025, 15 years of the GLISN seismic network in Greenland (1): Observations. 日本地球惑星科学連合2025年大会.

Toyokuni, G., D. Zhao, M. Kanao, S. Tsuboi, and H. Takenaka, 2025, 15 years of the GLISN seismic network in Greenland (2): Achievements, 日本地球惑星科学連合2025年大会.

豊国源知, 趙大鵬, 2025, 2025年カムチャツカ半島巨大地震：スラブ下のマントル上昇流の影響,日本地震学会2025年度秋季大会.

Takagi, R. and K. Nishida, 2025, Mapping megathrust asperities along the Japan Trench using a high-resolution S-wave velocity structure model estimated by the S-net ocean-bottom seismic network, 日本地球惑星科学連合2025年大会.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

最先端の地震波トモグラフィー法を使い、大量の近地地震と遠地地震の走時データを解析し、日本列島および他の沈み込み帯のスラブとスラブ周辺の詳細３次元速度と異方性構造を推定する。スラブ内とスラブ上下の異常構造がスラブ内地震とプレート境界型地震の発生への影響について調べる。

世界の様々な沈み込み帯を対象に、スラブ内・スラブ下構造も明瞭にイメージできるトモグラフィー手法を用いて解析を行い、巨大噴火・巨大地震と地下構造との関連を調べる。様々な地域の比較により、それぞれの沈み込み帯が持つ固有性と、共通性を明らかにする。

常時微動表面波トモグラフィーの推定分解能を詳細に評価し、イメージングされているS波速度異常域の広がりや信頼性と速度異常の要因について検討する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

髙木涼太（東北大学大学院理学研究科）, 豊国源知（東北大学大学院理学研究科）, 趙大鵬（東北大学大学院理学研究科）

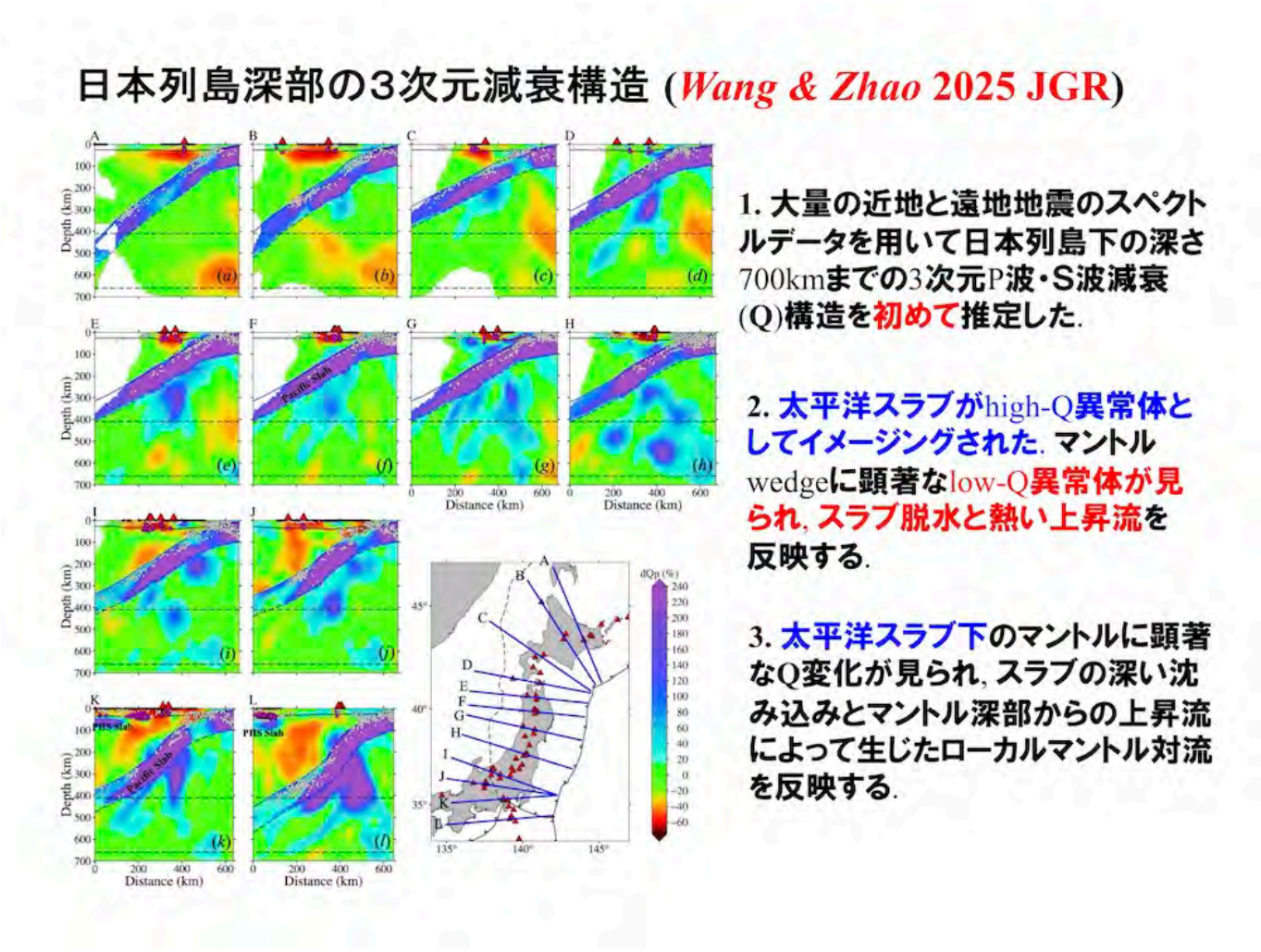
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

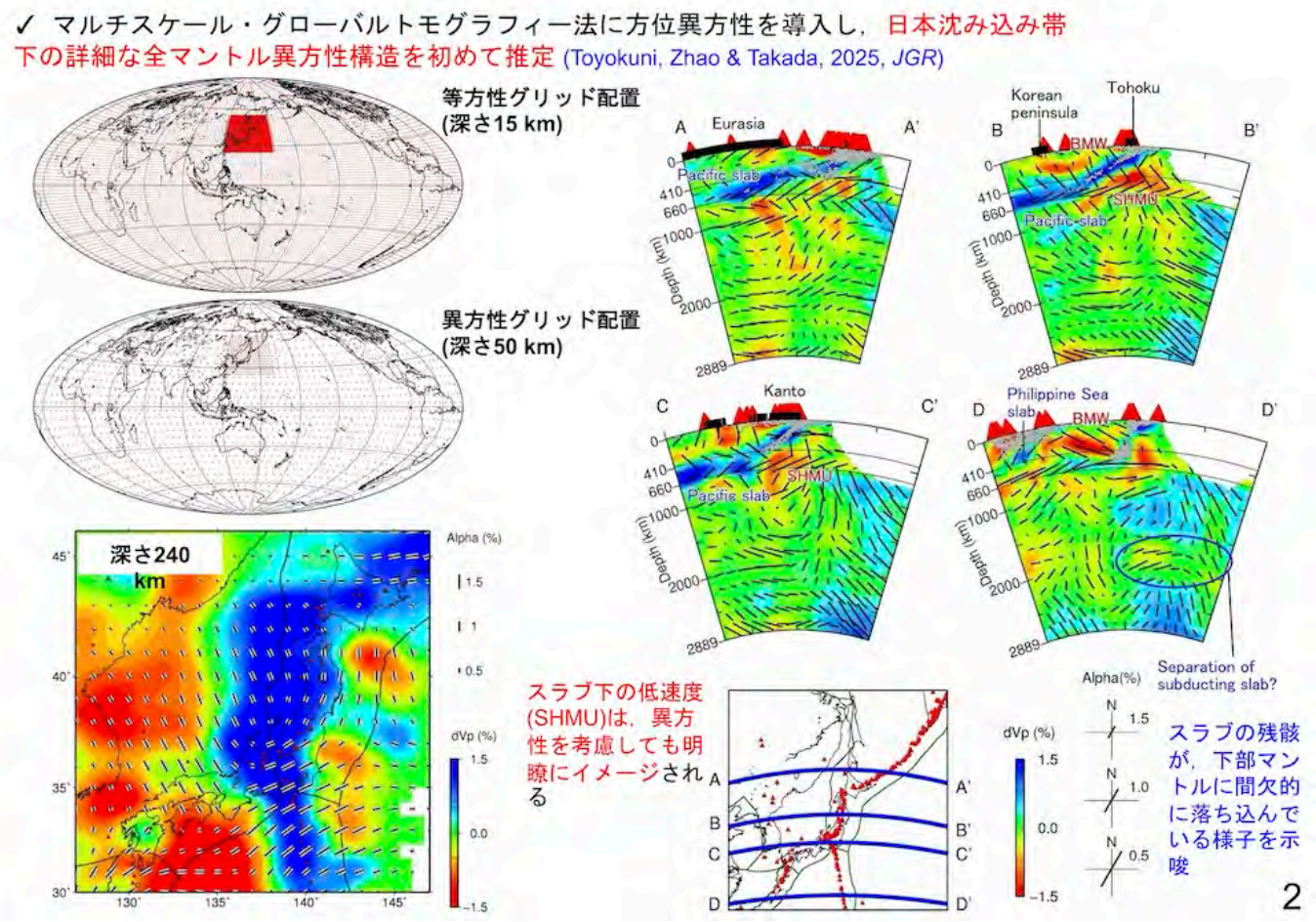
部署名等：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：髙木涼太
所属：東北大学大学院理学研究科



日本列島深部の3次元減衰構造（Wang & Zhao, 2025, JGR）



日本沈み込み帯下の全マントル異方性構造（Toyokuni, Zhao & Takada, 2025, JGR）

令和７年度年次報告

課題番号：THK_05

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）国際共同研究によるニュージーランドにおける地震発生機構の解明
（英文）International collaborative study on the earthquake generation process in New Zealand

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）本課題の５か年の到達目標：

日本と同様に沈み込み帯に位置するニュージーランドにおいて陸域の地震観測を実施し、日本の地震との相互比較から、地震発生過程の理解を普遍化する。特にニュージーランド南島北部を主な対象とし、同地域を北島南部のヒクランギトラフから南島中央部のアルパイン断層への遷移領域として、プレートの沈み込みや衝突による地殻・上部マントル構造の発達過程とその周辺で発生する地震の理解の向上とそれに基づく災害軽減の取り組みに貢献する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

ニュージーランド南島北部は北島南部の沈み込み型プレート境界であるヒクランギトラフから南島中央部の横ずれ型プレート境界であるアルパイン断層の遷移領域になる。最近では、2010年及び2011年カンタベリー・クライストチャーチの地震（Mw7.0及び6.1）や2016年カイコウラ地震(Mw7.8)が発生した。アルパイン断層では、平均間隔300年程度でM8クラスの地震が発生しており、直近の地震が1717年であることから、今後高い確率でM8クラスの地震の発生が危惧されており（例えば、50年確率が29%; Cochran et al., 2017, Earth Planet. Sci. Lett. 464, 175–188. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2017.02.026）、アルパイン断層沿いでの地震観測や災害軽減に向けた包括的な取り組みがなされている(Orchiston et al., 2018, New Zeal. J. Geol. Geophys. 61, 389–402. https://doi.org/10.1080/00288306.2018.1455716; Townend et al., 2022, AGU Fall Meeting, S25A-14)。
本研究では、カイコウラ地震の北端付近～ヒクランギトラフ南端にかけての領域とカイコウラ地震震源域～アルパイン断層の北端付近にかけての領域を対象とし、対象地域内の地震活動の実態および各断層とアルパイン断層本体・沈み込みプレート境界との関係を明らかにすることにより、これまでなされているニュージーランドでの災害軽減の取り組みに貢献することを目的とする。具体的には以下の観測研究を順次実施する。
これまで行ってきた臨時観測（観測点数45点）を継続し、データの解析を進めることで、プレート構造の発達過程とその周辺で発生する内陸地震の理解を進める。カイコウラ地震の地震後過程のモニタリングやより詳細な構造を求めるため、臨時観測を継続する。

詳細な震源分布と地表踏査やGNSSなどによるひずみ速度との対応関係から各断層の位置とそれらの関係を明確にする
応力テンソルインバージョン解析やS波スプリッティング解析により、断層およびその周辺での応力と強度を求める。
地震波トモグラフィや地震波反射面・微動の分布により流体を含む領域を求め、強度と水との関わりを明らかにする。
別途実施される（２．（１）イ（内陸地震の長期予測））「観測データと物理シミュレーションを統合した地震発生長期予測手法の構築と予測実験」と連携し、求められた応力場などの観測情報を地震発生シミュレーションへの入力として活用する。
ニュージーランド・ビクトリア大学ウェリントンおよびGNS Scienceでは、ヒクランギトラフ最南部・クック海峡における稠密地震観測を実施中であり、本課題の観測網を含めたクック海峡を挟んだ北島最南部・南島最北部における稠密地震観測網を構築し、ヒクランギトラフ最南部でのプレート構造や断層構造の理解の向上とそれに伴う災害軽減に貢献する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

ニュージーランド南島のアルパイン断層は、オーストラリアプレートと太平洋プレートの境界に位置する主要な右横ずれ断層である。アルパイン断層より西では、反転テクトニクス断層（現在の圧縮応力場により逆断層として再活動している古い正断層）が活断層の大部分であると推定されている。しかしながら、この地域における地震と活断層の関係は依然として十分に解明されていない。本研究では、南島北部に緻密に設置された臨時観測点のデータを用いて応力場を推定し、近年の地震がすべりに適した走向を持つ断層で発生したかどうかを評価した。南島北西部では逆断層型の応力場が推定され、主に南北走向で傾斜角約30～60度の断層が最もすべりに適していた。推定応力場の環境下では、反転テクトニクス断層（逆断層として再活動している古い正断層）と新たに形成された逆断層の双方がすべりに適した形状にあることが判明した。南島北東部では横ずれ断層型の応力場が推定され、北東-南西走向で傾斜角約75～90度の断層が最もすべりに適していた。したがって、オーストラリアプレート・太平洋プレートの地殻内断層は、現在の応力場において最もすべりに適した幾何学的形状を有していることが分かった。しかし、アルパイン断層の西側の一部地域では応力場に対し最適とは言えない活断層面がいくつか確認された。南島北西部に沈み込む太平洋プレートから地殻内部にかけて連続的に上昇したVp/Vs比が先行研究において観測されている。地殻内の過剰流体圧がすべりにくい断層の活動を誘発した可能性を示唆している。

臨時観測網のデータについて，SegPhase (S. Katoh et al., 2025) を用いた地震検出を試みた。その結果，定常観測網カタログの３倍の数の地震を検出することができた。

臨時観測データの活用としてカイコウラ沖のヒクランギ沈み込み帯の最南部の屈折法による解析を行い，GSNZでの発表を行った。

臨時観測網の一部の管理をヴィクトリア大学ウェリントンに移行した。ニュージーランドの定常観測網・ヴィクトリア大学ウェリントンが2024年から展開した臨時観測網との併合処理を行い，GSNZでの発表を行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
に貢献する課題として，ニュージーランド南島北部の地震活動について応力場に関係した原因解明を行った。
本研究成果はニュージーランド南島北部の地震防災のための基礎的な知見となるとともに，ニュージーランド南島北部は東北地方と同様なインバージョン・テクトニクスの場であるため，東北地方を含めたインバージョン・テクトニクスの理解に貢献した。

引き続き，同地域の研究を進めることが必要である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Tagami, A., Okada, T., Savage, M.K., Chamberlain, C.J., Ghisetti, F., Sibson, R., Tateiwa, K., Matsuno, M., Matsumoto, S., Kawamura, Y., Iio, Y., Sato, T., Hirahara, S., Kimura, S., Bannister, S., Ristau, J., 2026. Fault activity and stress field of shallow intraplate earthquakes in northern South Island, New Zealand. Tectonophysics, submitted., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Bassett, D., Barnes, P., Williams, C., Eberhart-Phillips, D., Henrys, S., 2025, Crustal structure and plate interface geometry along the Hikurangi Subduction Zone, The GSNZ Annual Conference 2025

Lara, C. M., Townend, J., Chamberlain, C., Warren-Smith, E., Jacobs, K., 2025, Illuminating the deep structure of the Marlborough Fault System using microseismicity, The GSNZ Annual Conference 2025

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

引き続き，ニュージーランド南島北部において，臨時地震観測を行い，同地域の理解の向上に努める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

岡田知己, 高木涼太, 飯尾能久

他機関との共同研究の有無：有

松本聡（九州大学）, 安藤亮輔（東京大学）, 三宅弘恵（東京大学）, 田上綾香（産業総合技術研究所・東北大学）, Martha SAVAGE（ビクトリア大学ウェリントン）, John TOWNEND（ビクトリア大学ウェリントン）, Jamie HORWORTH（ビクトリア大学ウェリントン）, Calum CHAMBERLAIN（ビクトリア大学ウェリントン）, Richard SIBSON（オタゴ大学）, Andy NICOL（カンタバリー大学）, Stephen BANNISTER（GNS Science）, Emily WARREN-SMITH（GNS Science）, Katie JACOBS（GNS Science）, Dan BASSETT（GNS Science）, Clifford THURBER（ウィスコンシン大学マディソン校）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：岡田知己
所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

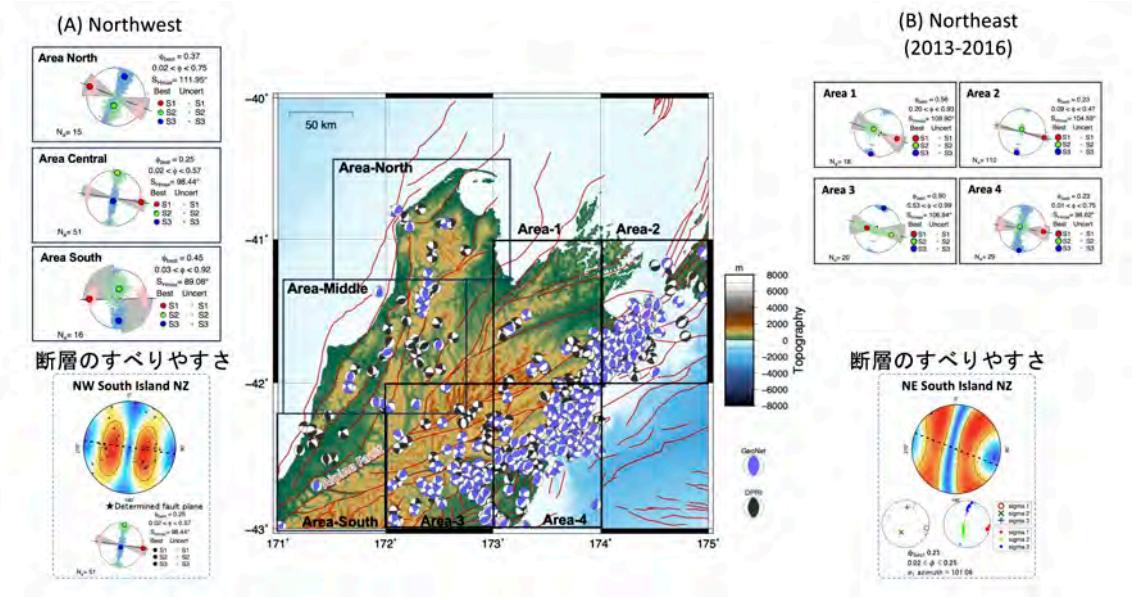


図１．ニュージーランド南島の応力場とメカニズム解の分布
（中央の地図）対象地域の断層、地形、メカニズム解の分布を示す。（A）アルパイン断層より西側の応力場とArea Centralの応力場に対する断層形状のすべりやすさ。応力場の解では赤が最大主応力、緑が中間主応力、青が最小主応力を示す。お断層のすべりやすさは赤ほどすべりやすく、青ほどすべりにくい状態を示す。断層のすべりやすさに分布する黒点と星はその地域の活断層の形状を示す。（B）アルパイン断層より東側の応力場とArea-3の応力場に対する断層形状のすべりやすさ。

令和７年度年次報告

課題番号：THK_06

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震及び測地観測によるマグマ供給系・熱水系構造の推定

（英文）Unveiling of magma supply system and hydrothermal system based on seismic and geodetic observations

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

地震

火山

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(5) 大規模火山噴火

(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

火山体構造は、火山活動の把握・活動推移の理解の最も基本的かつ重要な情報の一つである。しかしながら、火山活動の中長期的推移を支配するマグマ溜まりなどやや深部（深さ約4～10 km）から地表にかけての構造、特にマグマ・流体の供給系の具体的な構造については十分に解明されておらず、中長期的な火山活動推移の理解や噴火災害への備えに資する情報は限定的である。

そこで本研究課題では、火口近傍における多項目観測によって噴火発生に先行する多様な力学現象が明らかになっており重点研究課題「２（３）火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行」の主要対象火山の一つである阿蘇山と、近年噴火は発生していないものの深部から浅部に連なる流体供給系の描像が得られつつある吾妻山を主な対象火山として、構造推定とそのための解析・観測手法を高度化することにより、火山噴火の予測及び災害の軽減に貢献することを目指す。具体的には、地震・地殻変動・重力の観測を実施し、火山浅部～やや深部のマグマ・流体供給系の位置・大きさ・構造の解像度を上げるとともに、地震波構造の異方性推定を通じて流体供給系の詳細を解明することを狙う。また、光ファイバを用いたDAS観測も他機関と連携して実施し、火山浅部の微細構造の推定などを目指した観測の超稠密化・次世代化を進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

火山浅部～やや深部のマグマ・流体供給系の詳細を明らかにするために研究対象火山において観測研究を実施するとともに、成果や観測・解析手法についての情報交換を随時行い、各機関で連携して計画を推進する。また、研究計画項目１（４）、２（３）、５（５）、５（６）等に資する成果につ

いては、それらの研究課題が開催する研究集会等に積極的に参加し、情報共有を図る。
令和６年度においては、阿蘇山における相対重力及び絶対重力の繰り返し測定を行うほか、阿蘇カルデラ・山体中央部の地震・地殻変動観測網による観測を継続する。また、吾妻山において臨時地震観測点を展開し、表面波解析による構造推定等に必要なデータの取得を進める。令和７年度以降においては、両火山における観測を継続するとともに、吾妻山におけるDAS観測（令和７年度）及び阿蘇山における水準測量（令和８年度）を実施し、流体供給系の構造推定・時空間変動の推定に取り組む。令和９年度においては、火山浅部構造の評価手法の検証・比較研究のために秋田駒ケ岳においてDAS観測を行うほか、蓄積したデータに基づき阿蘇山・吾妻山の流体供給系のモデル化を進める。令和10年度においては、得られた結果を基に、火山活動の定量的評価及び予測に資する情報の検討を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度は、計画通り阿蘇山における相対重力と絶対重力の繰り返し測定、地殻変動観測を進めるとともに、吾妻山における地震観測とその解析を行い、火山活動の推移を支配するやや深部（深さ約4～10 km）のマグマだまりから地表にかけての構造と流体供給系に関する基礎的情報の蓄積を進めた。また、地震観測の超稠密化・次世代化に向けて光ファイバを用いたDAS観測のトレーニングを実施した。一方で、計画していた吾妻山におけるDAS観測は後述の理由から実施を見送り、令和8年度に実施することとした。

阿蘇山における重力測定については、山上及びその周辺における相対重力を2025年6月と10月の2回実施したほか、2025年10月に絶対重力の繰り返し測定を行った。相対重力のキャンペーン測定はScintrex社CG5型相対重力計を用いて行い、山麓の基準点（京都大学・火山研究センター）に対する各測定点の相対重力値を算出した。各測定点で過去に取得された相対重力値と比較した結果、火口から約1 kmの本堂観測室と中岳第一火口縁の相対重力値はそれぞれ2024年11月の相対重力値と5 μGal以内で一致する一方、2023年後半と比較すると本堂では約45 μGal、火口縁では約60 μGalの長期的な重力増加が見られることが分かった。この原因としては、主に火口直下で熱水等の質量が長期的に蓄積している可能性が考えられる。なお、気象庁の測定によれば、2023年7月から2025年10月までに、湯溜まりの標高も約20m上昇している。繰り返し絶対重力測定は、2025年10月に本堂観測室で絶対重力計FG5を用いて実施した。決定された絶対重力値は、2024年10月に測定された絶対重力値と4 μGal以内で一致しており、相対重力測定の結果と整合的であった。阿蘇山においては、カルデラ・山体中央部における地殻変動観測も継続して実施するとともに、2019年～2020年の火山活動に伴い地殻変動の解析を進めた。火山活動の期間を膨張期と収縮期の2つに分けて変動源を推定した結果、いずれも2014～2015年のマグマ噴火期と同じく、草千里直下のマグマだまりの膨張および収縮がで説明できることが明らかになった。

吾妻山においては、噴火活動がみられる大穴火口周辺における臨時地震観測点と既設観測点の維持を行うとともに、火山性流体の流動に伴う振動現象の解析を進めた。大穴火口直下では、火山活動の推移とともに、火山性地震の震源の浅部への移動などが見られ、火山性流体の移動が示唆されているが、流体の流動自体に関する情報は限定的であった。そこで、流体の流動によって生じると考えられる特徴的な振動現象（調和型微動）を抽出し、その振動特性の定量化とモデル化を昨年度に引き続き進めた。その結果、調和型微動が流体流動に伴う非線形振動によるものであり、流動による駆動圧の変動が周期倍分岐等の調和型振動の複雑な振動を引き起こしている可能性が示された。また、この調和振動型微動に同期して大穴火口直下で微弱な収縮変動が起きていることが明らかになった。さらに、大穴火口直下を変動源とする傾斜変動と高周波の連続微動の振幅変動の相関など、大穴火口直下浅部における流体挙動を示す現象を調和振動型微動以外にも抽出することができた。

当初予定では令和7年度に吾妻山において光ファイバを用いたDAS観測を実施し、臨時地震観測点・既設観測点も含めた解析を行う予定であったが、東京大学地震研究所でのDAS機器の購入・納入の時期と吾妻山の冬季閉鎖の関係から本年度の実施は見送り、令和8年度に実施することとした。その一方で、DAS機器納入後に、機器製造企業の関係者による講義・トレーニングを実施し、本計画参加者や大学院生がDAS観測に関する知識と観測方法を習得する機会を設けた。また、DAS観測記録の解析手法の検討も進め、位相が不明瞭な火山性地震や微動の波形に複素主成分分析法をあてはめることによりS/N比の小さな事象に対しても地震波着信時差を正確に読み取ることができる手法を開発した。この手法を2019年度に実施したDAS観測で記録した吾妻山の火山性地震に適用して相対震源決定を行った結果、震源は浄土平付近のごく浅部に求められ、P波、S波の着信時で決定した火山性地震の震源分

布とほぼ一致した。この結果は、DAS観測と複素主成分分析法が火山性地震や微動の震源決定に有効であることを示す。

活火山深部の流体供給と熱活動について検討するために、気象庁一元化震源をもとにした日本全国の活火山のD90（地震発生の下限）の系統的な調査も行った。61の活火山を調べた結果、95%で周辺地殻よりもD90が浅くなっていることが明らかになり、活火山下に熱源があることが示唆された。一方、活火山から離れた第四紀火山のD90は、活火山に比べて数km深かったり、火口直下のD90が浅くならないなど、活火山に比べて明らかに熱活動が不活発であることなどが分かった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究課題では、火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明を阿蘇山及び吾妻山において進めるとともに、火山活動推移を支配する流体の挙動の理解を深めることで重点課題である活動評価と試行（重点課題）にも貢献している。また、本研究課題を通じて、火山浅部～やや深部のマグマ・流体供給系の位置・大きさ・構造の解像度を向上させることで、中長期的な火山活動推移の理解や噴火災害への備えに資する情報を蓄積できると考えられる。次年度以降は、光ファイバを用いたDAS観測を吾妻山で実施する予定であり、火山浅部の微細構造の推定などの火山観測の超稠密化・次世代化にむけた取り組みを進める予定である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Nishimura, T., F. Morisaku, K. Emoto, H. Nakahara, M. Yamamoto, and S. Miura, 2025, Complex principal component analysis of volcanic earthquakes at Azuma volcano, Japan, recorded by a distributed acoustic sensing system (DAS) for the hypocenter determination, J. Volcanol. Geotherm. Res., 463, 10.1016/j.jvolgeores.2025.108343, 査読有, 謝辞有

Nishimura, T., 2026, Cutoff depths of shallow earthquakes beneath the active volcanoes in Japan and their implication for heat source of magma reservoirs. Earth Planets Space, 10.1186/s40623-026-02371-5, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

若林 環・大倉敬宏, 2025, 阿蘇火山における2019–2020年の火山活動に伴う地殻変動の解析, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P25

平山裕登・山本 希, 2025, 調和振動型微動の振動特性と流体流動の関係の検討, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P11

平山裕登・山本 希, 2025, 流体流動による調和振動型微動の周期倍分岐の検討, 日本火山学会2025年度秋季大会, p107

山本 希, 2025, 岩手山における長周期地震とその火山活動推移における位置付け, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P06

山本 希, 2025, 岩手山の火山活動と流体供給系, 第81回INS岩手山火山防災検討会・第48回INS地盤と防災研究

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

阿蘇山における重力観測・地殻変動観測・地震観測を引き続き実施する。吾妻山においては、機動地震観測を継続するとともに、光ファイバを用いたDAS観測を実施する。両火山における観測と調査から、流体供給系の構造推定・時空間変動の推定に取り組む。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山本　希（東北大学理学研究科）, 西村太志（東北大学理学研究科）, 廣瀬　郁（東北大学理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）, 風間卓人（京都大学大学院理学研究科）, 横尾亮彦（京都大学大学院理学研究科）, 石井杏佳（京都大学大学院理学研究科）, 山本圭吾（京都大学防災研究所）, 成田翔平（東京科学大学総合研究院）, 江本賢太郎（九州大学大学院理学研究院）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：山本　希
所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

令和７年度年次報告

課題番号：THK_07

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）日本海溝沿いの海溝型地震発生の長期評価の高度化に向けた研究
（英文）Research for the advancement of long-term evaluation of occurrence of large interplate and intraslab earthquakes along the Japan Trench

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震調査研究推進本部（地震本部）が行っている「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」の高度化を目標として，地震発生履歴と近代観測による地震活動及び地殻変動の時空間変化を再現する地震発生サイクルモデルを構築し，これに基づいて2011年東北地方太平洋沖地震を起点として100年程度の間に日本海溝沿いで発生しうるプレート境界型大地震の発生時期と規模の予測を試行する．

（6）本課題の５か年計画の概要：

１）地震サイクルシミュレーションモデルの構築
日本海溝沿いで発生するプレート境界型地震のうち，現行の地震本部による長期評価の対象地震の中で繰り返し発生が認められBPT分布を仮定して地震発生確率が求められている「青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間巨大地震」及び「宮城県沖地震」の地震発生サイクルを包括して記述するシミュレーションモデルを構築する．
2024年度　先行するシミュレーション研究で用いたモデルを元にプロトタイプ構築
2025年度　プレート境界深部固着によるstress shadowを考慮したモデルの開発に着手
2026年度　モデル開発を継続

２）シミュレーションによる固着すべり時空間変化の再現の試行
１）のモデルにより，東北地方太平洋沖地震型の超巨大地震を含め，地震本部の長期評価にまとめられている大地震の発生履歴と，東北沖地震前後におけるプレート間固着の時空間分布の推定結果の再現も試みる．東北沖地震の余効変動下にある現在の固着すべり状態の推定には「 海底測地観測の拡充と測地・繰り返し地震データの統合解析によるプレート境界すべりモニタリング」（東北大学・他）の成果を参照する．

再現性の向上は，断層面上の摩擦パラメタの空間分布を試行錯誤的に調整することにより行うが，その際には海域地下構造のモデルも参照する．なお，超巨大地震の発生を含む広域長期の地震発生サイクルをモデル化する上では，適切な粘弾性構造を仮定したシミュレーションを実施するべきであるが，本研究では弾性媒質モデルを用いて行うこととし，粘弾性緩和の影響下にある東北沖地震後の余効変動の観測との比較により，弾性モデルに基づく予測の限界を考察する．

2025年度　　日本海溝北部から宮城県沖を対象としたシミュレーションに着手

2026年度～　再現性向上のためのモデル改良を継続して行う

３）地震サイクルシミュレーションによる大地震発生の長期評価

シミュレーションにもとづく地震発生の長期予測の対象は2011年東北沖地震発生後の100年程度の期間における「青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間巨大地震」及び「宮城県沖地震」とする．これら対象地震の規模や発生間隔の平均的描像と，それが超巨大地震の発生の影響をうけて変動するかに着目する．予測は一つのシナリオで行うのではなく，２）での試行錯誤により絞り込まれた範囲内での多様なモデルに基づく複数のシナリオをもとに行うことで，予測の不確からしさを評価することも試みる．

現行の長期評価で「ひとまわり小さい」地震として扱われているものの活動度に超巨大地震の発生が及ぼす影響についても，シミュレーションで再現される滑りの時空間変化によるプレート境界上や太平洋スラブ内でのCFFの時間ゆらぎを通して定量化することを検討する．

2026年度～　２）のシミュレーションの改良と並行して評価実験を行う

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題は，地震調査研究推進本部（地震本部）が行っている「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」の高度化に向けて，地震サイクルシミュレーションに基づく地震活動の予測を施行しようとするものである．

令和６年度の検討の結果，日本海溝沿いの地震発生サイクルを考えるうえで，海溝の走向および傾斜方向での地下構造の変化を念頭に，９つ（海溝走向方向に３・直交方向に３）の領域に分割することが適当と判断されたため，これに対応するモデルづくりに着手した．今年度は，３次元不均質媒質を仮定して，プレート境界断層におけるすべりによる地表面変位を３次元有限要素法により計算するための準備を進めた．上記の領域わけに対応するのは，プレート境界面の形状と海溝軸近傍の低剛性の堆積層プリズムの大きさや分布形態のほか，とくに海溝近傍においては海底地形の領域間での違いである．そこで，これらの構造要素に対して実際のものに近い特徴を仮定して有限要素計算を行うための構造メッシュの作成を行った（図１）．作成したメッシュを用いて，３次元構造がプレート境界でのすべりによる地表面変形にどのような影響を及ぼすかを，2011年東北沖地震時のすべりを仮定したケーススタティを実施した．さらに，準備した構造モデルを用いた有限要素法により，プレート境界上に配置した小断層での単位すべりによる，地表面変位と応力変化のグリーン関数ライブラリを作成した（図２）．このグリーン関数ライブラリを用いれば，プレート境界上の応力変化量に対して任意の空間分布を仮定したときのすべり応答を求めることが可能であり，プレート境界深部固着によるstress shadowを考慮したモデルの構築にむけた準備が整った．また，深さ依存性の違いを規定する要因を特定することを目的とした単純な２次元的なモデルによる数値実験の準備をすすめた（図３）．走行方向に十分広い平面のプレート境界を設定して標準的かつ単純な摩擦パラメタ分布を設定したうえ，中央部分（被験領域）に日本海溝の南・中・北部のそれぞれを代表する構造の特徴を念頭に，構造パラメタを網羅的に変化させることにより，各領域での構造の特徴が地震発生サイクルをどのように制御するのかを検討することを目指す．今年度はこうした数値実験に用いるためのモデルの設計を進めた．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

現行の「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」と同様に，対象海域における多様性を複数の領域に分割するが，多くの観測結果から共通して認められる空間変化パターンを考慮した領域設定ができた．シミュレーションモデル構築の準備がおおよそ整った段階であるが，地震本部でいずれ行われるであろう長期評価の見直しの際にも，本課題でのアプローチが貢献するものと考えられる．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

Kubota, T. (2025). Unravelling physics of massive tsunami generation using in-situ ocean-Bottom pressure gauge data. EGU General Assembly 2025, EGU25-305, Vienna. https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-3058 (招待講演)

Kubota, T., T. Saito, R. Hino (2025). Uncovering rupture mechanics and tsunami generation of the Tohoku-Oki earthquake using in-situ seafloor pressure gauges, 日本地球惑星連合2025年大会, SCG46-11.

Hino, Ryota，K. Obana, T. Iinuma, T. Kubota (2025) Uncovering mechanism of massive shallow coseismic slip without significant stress drop in 2011, 日本地球惑星連合2025年大会，SCG46-12.

久保田達矢・齊藤竜彦 (2025). 2011年東北地震の海溝すべり：直上津波観測データと3次元構造モデルにもとづく応力降下の南北方向の違い, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-16.

Kubota, T., T. Saito, (2025). Near-trench rupture mechanics of the 2011 Tohoku earthquake revealed by in-situ tsunami data and 3-D subsurface structure: Along-strike stress segmentation, 12th ACES International Workshop.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和７年度に作成したグリーン関数ライブラリを活用して，実際に発生した地震の地震時すべりや，東北地方太平洋沖地震地震発生前のすべり欠損分布および余効すべりを仮定した計算により，これらの現象がどのような応力変化に伴ったものなのか，について検討を行う．また，深さ依存性の違いを規定する要因を特定するために，南・中・北のそれぞれを代表する単純な２次元的なモデルによる数値実験を継続してすすめる．

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

日野亮太（東北大学大学院理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

中田令子（東京大学大学院理学系研究科）, 久保田達矢（防災科学技術研究所）, 堀高峰（海洋研究開発機構）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：地震・噴火予知研究観測センター
電話：0222251950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：日野亮太
所属：東北大学大学院理学研究科

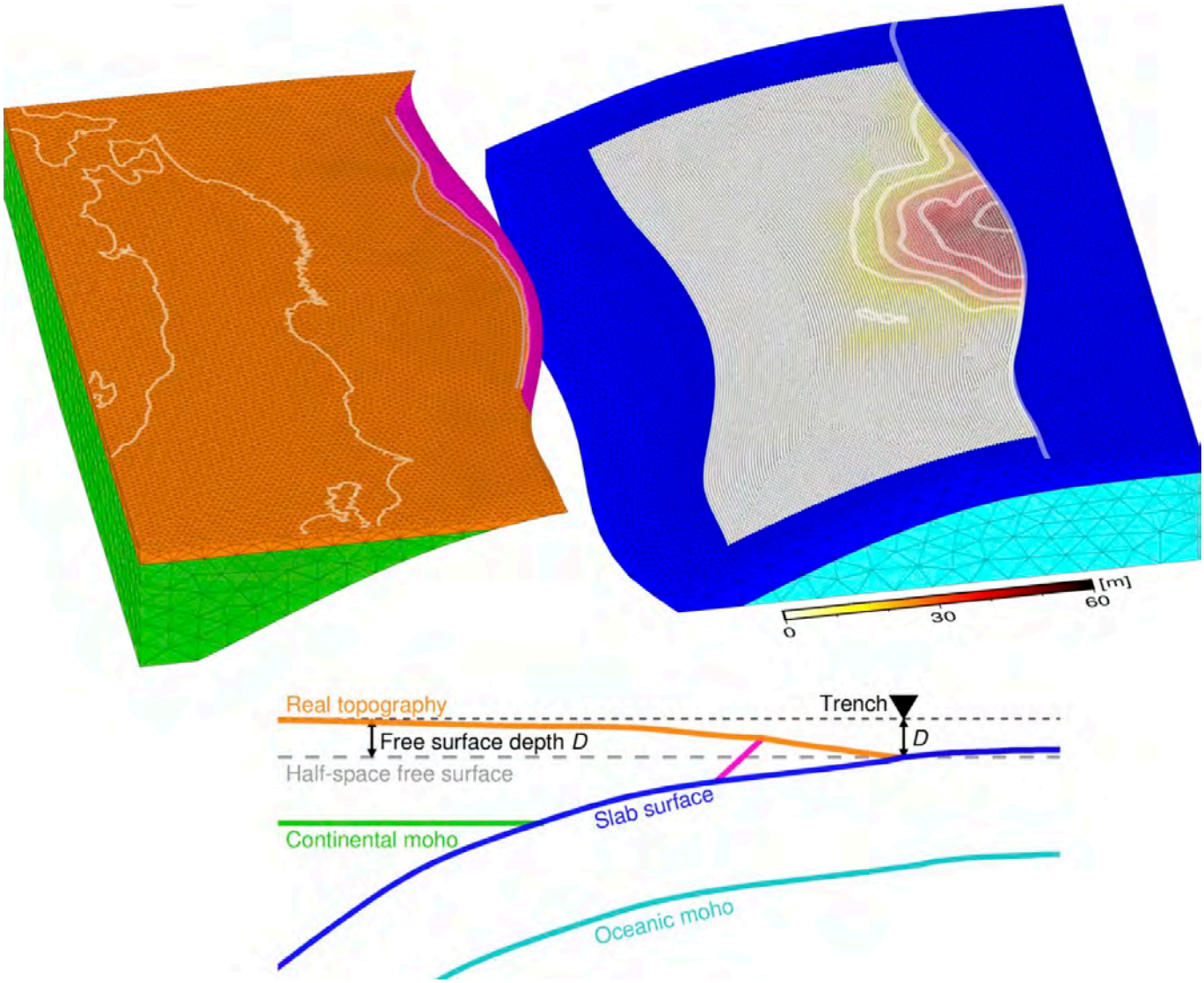


図１　有限要素計算に使用した，３次元不均質媒質および海底地形を考慮した構造メッシュモデルの概観．プレート境界面上には，計算の入力となる2011年東北沖地震の地震すべり分布を色で示した．Dip方向に沿った鉛直断面の模式図も示している．

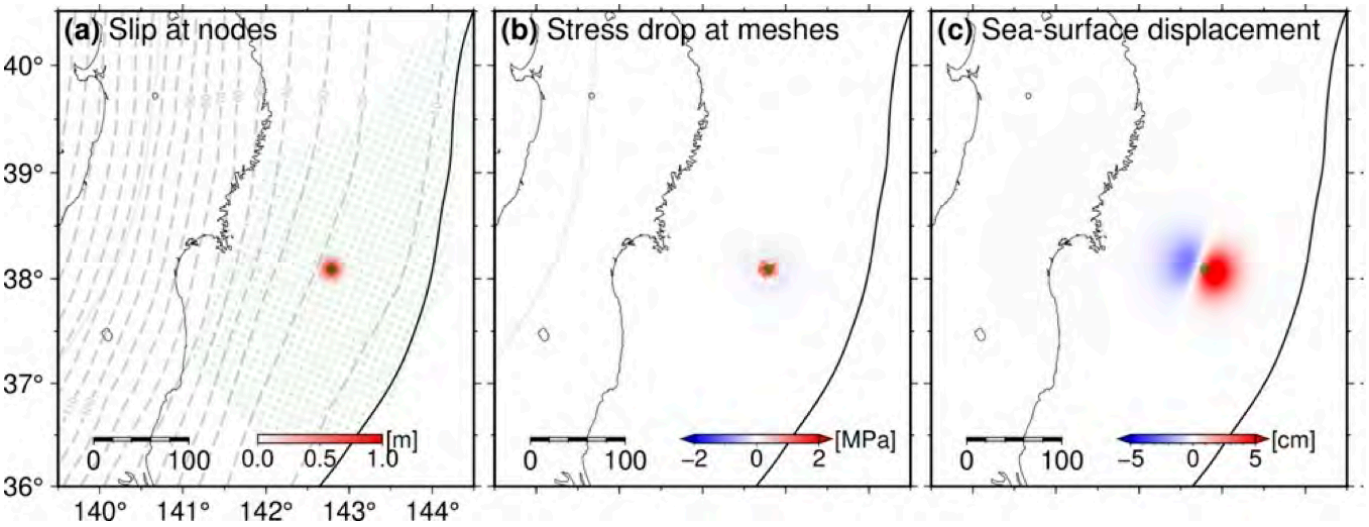


図２　３次元メッシュ構造モデルを用いて計算した，プレート境界で生じる単位すべりにより生じる応力変

化と地表面変位のグリーン関数の一例.
(a) 仮定した単位すべり分布. (b) (a) のすべりにより生じるプレート境界面上でのせん断応力変化 (応力降下) の分布. (c) (a) のすべりにより生じる海面の上下変位分布.

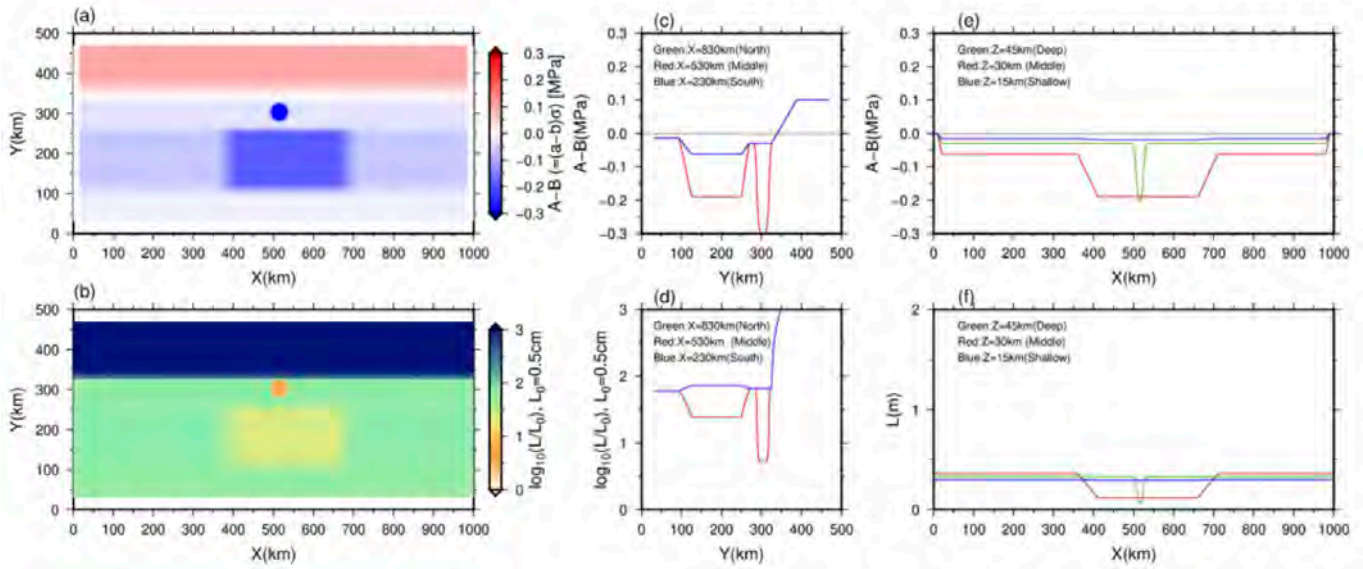


図3　日本海溝沿いの地震活動特性の支配要因を検討するために作成した単純な2次元モデルの1例.
(a)および(b) A-B (MPa)およびL(m))の空間分布. X軸はstrike方向でX=0kmが南部、Y軸はdip方向でY=0kmが浅部。東北沖地震タイプと宮城県沖地震タイプのみ、モデル化している. (c)および(d) A-BおよびLのY軸に沿った分布。緑・赤・青は北部 (X = 830 km)・中部 (X = 530 km)・南部 (X = 230 km)での断面図. (e)および(f)A-BおよびLのX軸に沿った分布。緑・赤・青は深部 (深さ = Z = 45 km)・中部 (Z = 30 km)・浅部 (Z = 15 km)での断面図.

令和７年度年次報告

課題番号：THK_08

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地殻変動に伴う大気中ラドン濃度変動

（英文）Fluctuations in atmospheric radon concentrations associated with crustal deformation

（3）関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(2) 地震発生確率の時間更新予測

イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

全国の放射線管理（RI）施設に協力を求めてRI施設ネットワークの拡大を図り、地殻変動に関連した大気中ラドン濃度変動のメカニズム解明と先行傾向の統計的評価を目指す。大学及び研究機関のRI施設から得られた排気データを用いて、広域な大気中ラドン濃度変動解析を進める。特に、地殻変動や地震・火山活動のデータに限らず、地球潮汐データ、電磁気学的データ(たとえば、大気電位データ)、地下水データなどと大気中ラドン濃度の異常発生との統計的な相関を調べ、地震・火山噴火に対する中短期的な先行性を評価することを目的とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度は、地殻変動モニタリングに使用できるRI施設に協力を求め、全国をくまなくカバーすることのできる全国放射線管理施設ネットワークの拡大を進める。大学及び研究機関の各放射線管理施設から得られた排気データを用いて、広域な大気中ラドン濃度変動解析を進める。得られたデータを対象に、機械学習等のデータ駆動手法を取り入れた中短期の地震・火山噴火先行現象の統計的評価を試みる。2年目（令和7年）以降においても、地殻変動モニタリングに使用できる放射線施設に協力を求め、全国をくまなくカバーすることのできる全国放射線管理施設ネットワークの拡大を進めつつ、広域な大気中ラドン濃度変動解析を行う。

各年度において大気中ラドン濃度の異常変動発現メカニズムの解明と機械学習等のデータ駆動手法を取り入れた中短期の地震・火山噴火先行現象の統計的評価を試みる。特に、特異スペクトル変換法による大気中ラドン濃度変動の異常判定やランダムフォレスト・ARIMA・ニューラルネットワーク法による時系列解析を行い、大気中ラドン濃度に及ぼす地殻変動の効果を明らかにする。また各種放射線計測機器を用いた空気中へのラドン散逸の動態解明を目指した環境放射能および放射線計測を行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

(1) 状態空間法を用いたポータブルタイプ電離箱の解析

本研究は、全国の環境放射線センターなどで用いられるポータブルタイプの電離箱による大気中ラドン濃度観測値を使い、地殻変動やラドンの動態を明らかにする研究である。これまで、全国のラジオアイソトープ（RI）施設などで用いられる大型の空間電離箱による大気中ラドン濃度の連続観測から地殻変動に呼応する大気中ラドン濃度変動を測定してきた。一方、世界的にはより小型かつポータブルな測定機器（アルファガードなど）が比較的安価であることから、多くの計測に使用されている。一方で、小型であるために測定時に取込むことができる気体体積が小さく、RI施設などの大型の空間

電離箱と比較すると測定値がばらつきやすい傾向がある。そこで、時系列データから観測できない状態を推定して抽出することが可能な状態空間モデルを用いて、ポータブルタイプの電離箱による測定値から変動のトレンドを抽出した（図1)。抽出したトレンドと大型の空間電離箱による観測値を比較すると、類似したピークや変動を抽出できていることが確認された。また得られた2つの変動時系列の類似性を評価するため、動的伸縮法（DTW法）を用いた類似度の計算から、トレンド抽出前のポータブルタイプの電離箱による測定値と比較して、トレンド抽出後は大型測定機との類似度が向上していることも確認された。以上から、測定時の気体取り込み量の小さい観測機においても、状態空間法を用いることで、地殻変動に起因するラドン濃度変動を抽出できる可能性が明らかになった。そこで、地震前の大気中ラドン濃度変動を対象としてこの手法の有用性を検討するため、ポータブルタイプの電離箱で測定された大気中ラドン濃度を対象に、東北沖地震前の異常検知を行った。宮城県環境放射線監視センター（旧 宮城県原子力センター）小積局に設置されたポータブル電離箱での測定値を対象に状態空間モデルを用いてトレンドを抽出し、ランダムフォレスト解析を行い、東北沖地震の前に、大気中ラドン濃度が高くなる異常を検知した(図2)。大きな地震が発生しなかった期間のラドン濃度を平年変動として教師データに用い、学習したモデルにより地震前の濃度を予測し、観測値との差分を算出した。この差分の標準偏差σに基づき、3σを閾値として設定し、閾値を超える場合に異常と判定する方法を採用した。2002年から2007年を平年変動として教師データに設定し、2008年から2011年の期間の濃度を予測した結果、2010年7月において観測値と予測値との差分が3σを超える異常が検出された。また、2008年7月の福島県沖地震の前にも同様の3σを超える異常が認められた。

これらの異常は、大型の空間電離箱で測定された大気中ラドン濃度を用いた異常検知でも指摘されている異常である（Tsuchiya et al., 2024）ことから、ポータブル電離箱による観測値も、状態空間モデルによってトレンドを抽出することで、大型の空間電離箱で測定したラドン濃度の観測値と同様に異常検知に使用できることが明らかになった。これにより、各都道府県の原子力センターなどに設置されているポータブル電離箱で得られる大気中ラドン濃度を異常検知に用いることが可能になる。さらに、都市部から離れた山間部など、大型の空間電離箱の設置が困難な地点でもポータブル電離箱を用いることで、比較的低コストで大気中ラドン濃度の測定が可能となり、異常検知の対象とする観測点を拡充できる可能性がある。

(2) ニューラルネットワークを用いた大気中ラドン濃度変動の時系列解析

大気中ラドン濃度異常の検知手法として、ニューラルネットワークをベースとして構築した解析手法の提案と実データへの適用を行った。これまで行われてきた解析手法には、1. 定常期間設定の任意性と時間の経過に伴う残差の増大、2. 事前パラメータ設定の難解さと結果の変動、3. 異常検知指標に残される季節性などの問題があった。そこで、Recurrent Neural Network (RNN)と呼ばれるニューラルネットワークの一種を核とした解析手法(Cai et al., 2019, Mukesh et al., 2024)を援用し、これらの問題の解決を試みた。本手法においては異常検知の指標として、観測値とモデルにより学習された予測値との差分（残差）を、同じくモデルから推測された誤差で割った値（標準化残差）を用いる。

解析に使用したデータは、2011年東北沖地震前に福島県立医科大学において観測され、大気中ラドン濃度と線形変換が可能である電離電流値を利用した。2002年末から2011年3月10日までの期間を学習することで得られたモデルから予測された誤差変動は、季節性を示し、これは観測データの分散値変動が示す季節性と一致する。また、算出した標準化残差の変動は、同じく長期間解析を行った先行研究 (Iwata et al., 2018) で用いられた異常検知指標と比較して、季節変動が大きく軽減されていた（図3）。このことは、RNNを用いた本手法が大気中ラドン濃度変動の季節変動成分を捉え、評価できていることを示す。

標準化残差に対して、既存研究で用いられてきた標準偏差の3倍（±3σ）を異常の閾値として設定した結果、全観測期間において、計24の異常イベントを検出した（図4）。特に2010年後半から2011年初頭にかけては、ランダムフォレスト法により検出された高濃度異常 (Tsuchiya et al., 2024)が複数の期間に見られたことに加えて、低濃度を示唆する負異常も複数検知された。これは、2011年東北地方太平洋沖地震と関連した該当地域の地殻変動に起因する、大気中ラドン濃度の不安定な変動を捉えたものと推察される。

以上の結果は、大気中ラドン濃度変動の異常検知において、ニューラルネットワークを用いた本手法の有用性を示したものである。特に、従来の手法において解析結果に季節変動が残されていた理由として、大気中ラドン濃度の変動の不安定性に季節性があり、それによって予測のしづらさにも季節性が生じていることが示唆された。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と災害軽減への貢献：
本手法により、リアルタイム異常検知システムの構築可能性が示され、地震発生確率の時間更新予測精度の向上を通じた早期警戒システム実現に向けた技術的基盤が確認された。特に、全国の放射線管理センターが保有するポータブルモニターの観測データを活用することで、既存インフラを用いた比較的低コストかつ広域にわたるリアルタイム異常検知システム導入の実装可能性が示された。
今後の展望：
さらなる実測データの体系的蓄積および全国の放射線管理施設とのネットワーク拡充により、既存モデルの予測精度および汎用性の向上を図る。加えて、リアルタイム観測データの統合的比較・解析基盤を整備し、広域分散型の異常検知システムの高度化を目指す。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

渡邊朋子、安岡由美、床次眞司、細田正洋、大森康孝、長濱裕幸、武藤潤、向高弘 (2025) 活性炭型ラドン検出器による土壌からのラドン散逸率の推定, 第75回 日本薬学会関西支部総会・大会

土谷真由, 長濱裕幸, 武藤潤, 安岡由美 (2025) 状態空間モデルを用いた時系列データのトレンド抽出と異常検知への応用. 日本地球惑星科学連合2025，千葉県幕張，2025年5月.

針谷駿斗, 長濱裕幸, 武藤潤, 安岡由美 (2025) テンソル分解を用いた異常検知手法の開発：時系列変動データのテンソル分解による異常値検知法の開発. 日本地球惑星科学連合2025，千葉県幕張，2025年5月.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

地殻変動モニタリングに使用できるRI施設に協力を求め、全国をくまなくカバーすることのできる全国放射線管理施設ネットワークの拡大を進める。大学及び研究機関の各放射線管理施設から得られた排気データを用いて、広域な大気中ラドン濃度変動解析を進める。得られたデータを対象に、機械学習等のデータ駆動手法を取り入れた中短期の地震・火山噴火先行現象の統計的評価を試みる。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

武藤　潤（東北大学）, 長濱　裕幸（東北大学）
他機関との共同研究の有無：有
安岡　由美（神戸薬科大学）, 大森　康孝（弘前大学）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：http://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：武藤潤
所属：東北大学大学院理学研究科地学専攻

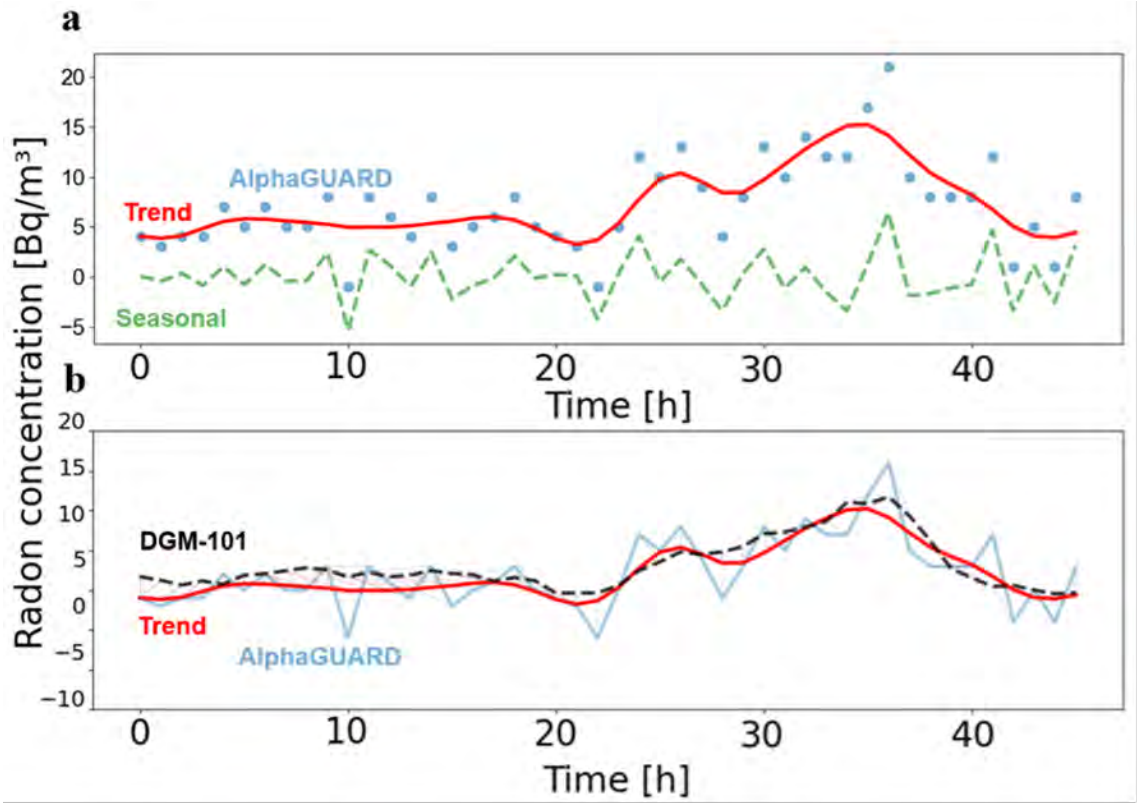


図1．福島県立医科大学のポータブルタイプの電離箱と大型の空間電離箱による観測値の比較
a) ポータブルタイプの空間電離箱による観測値(青点)から状態空間モデルでトレンド(赤線)と周期成分(緑点線)を抽出した結果を示したグラフ。b) 抽出したトレンド(赤線)と大型の空間電離箱による観測値(黒点線)を比較したグラフ。データはTajika et al., 2013で測定されたものを使用。

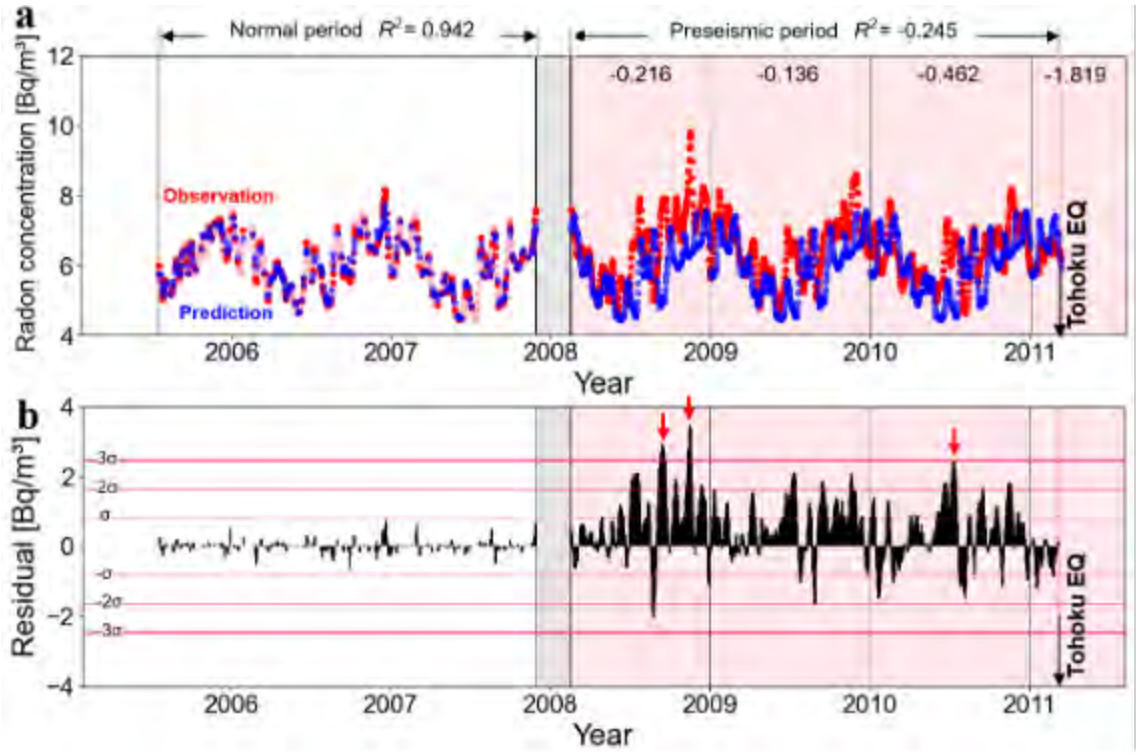


図2．状態空間モデルとランダムフォレスト解析を組み合わせた異常検知
a) ランダムフォレスト解析による予測値と観測値の比較を表すグラフ。赤点が大気中ラドン濃度の観測値、

青点がランダムフォレスト解析で得られた予測値、上部の数字は観測値と予測値の類似度を測るための決定係数を示す。ランダムフォレストによる予測値は、宮城県原子力センター小積局のポータブルタイプ電離箱で測定された大気中ラドン濃度データから、状態空間法によりトレンドを抽出しその値を観測値として使用している。b) 大気中ラドン濃度の観測値と予測値の差分を示すグラフ。赤の横線は、差の標準偏差から求めた± σ、2 σ、3 σを表す。赤矢印は有意に差が3 σを超えたことを示す。

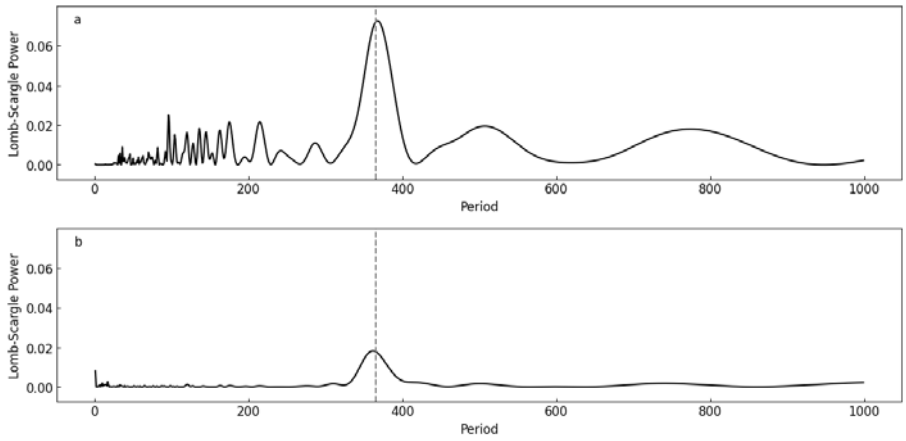


図3. SSTによる異常度の周期性とニューラルネットワーク法による標準化残差の周期性
a) 先行研究(Iwata et al., 2018)で用いられたSSTによって算出された異常度の変動に対するlomb-scargleピリオドグラム。 b) 本研究で算出した標準化残差の変動対するlomb-scargleピリオドグラム。 灰色の点線は365日の周期（年周期）を示す。

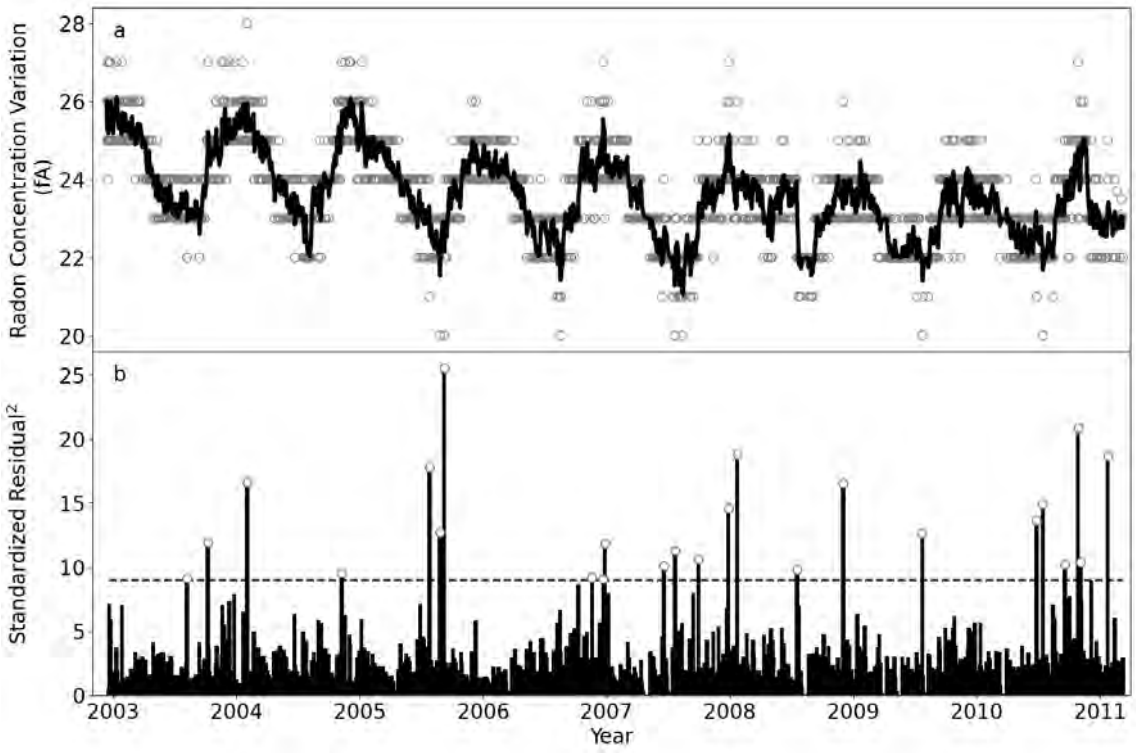


図4. ニューラルネットワーク解析における異常検知の結果
a) 灰色の丸は観測値、黒色の線は観測値を指数平滑化した値を示す。 b) 黒線は標準化残差の平方値、水平な点線は異常の閾値、赤丸は標準化残差が閾値を上回った時点、青丸は標準化残差が閾値を下回った時点を示す。

令和７年度年次報告

課題番号：THK_09

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）リアルタイムGNSSデータに基づく断層滑り即時把握手法の高度化とその社会実装
（英文）Advancement and social implementation of a method for real-time estimation of the coseismic fault model based on GNSS data

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

巨大地震発生直後に，その地震規模や断層面の広がりを即時的に把握することは，津波やその内陸部への浸水の即時予測の観点から，きわめて重要である．さらに，プレート境界周辺で発生する地震の破壊域を迅速に把握することは，発生が危惧される後続地震の発生確率等を推定する観点からもその重要性は高い．こうした背景に対して，特にマグニチュードが8を大きく超えるような超巨大地震におけるリアルタイムGNSSを用いた震源断層即時推定手法の優位性がこれまでに明らかになりつつある．東北大学大学院理学研究科と国土地理院は，2012年よりREGARD（REal-time GEONET Analysis system for Rapid Deformation monitoring、電子基準点リアルタイム解析システム）の共同開発を進めている．同システムは，世界でも有数の稠密GNSS観測網であるGEONETのデータをリアルタイムで解析し，地震時永久変位から断層モデルを即時的に解析する．一方，津波を効率的に励起しうる海溝軸近傍の滑りは，陸上のGNSS観測点における変位場のみでは解像が難しい．すなわち推定される地震時滑りには大きな不確実性が含まれる．また，地震時滑り分布の推定は，本質的に劣決定問題であり，推定における正則化拘束にその結果は大きく依存する．これら海域における滑りを，適切な正則化拘束とともに，その推定誤差も同時に，迅速かつ正確に把握する技術の獲得は，REGARDの高度化の観点から喫緊の課題である．また、海域における観測量を適切に取り込みつつ、推定の確度を向上させ、その推定誤差を減少させることも、発災後の様々な行政等の対応の観点からも重要である。
こうした背景・問題意識に基づき，本研究課題の目的を，リアルタイムGNSSデータにもとづく断層滑りとその推定誤差の即時推定手法の構築および、それらの海域観測量にもとづく逐次改良手法の構築とする。本提案は，REGARDへの技術移転を前提とした課題であり，国土地理院と密接に連携しつつ、社会実装にあたって解決すべき課題を明確にしながら研究を遂行する．

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度～令和8年度：海域における滑りを，適切な正則化拘束とともに，その推定誤差も同時に，迅速かつ正確に把握する技術の開発を実施する。さらに、海域観測量にもとづくすべり量の逐次改良手法の構築を開始する。

令和9年度：海域における滑りを，適切な正則化拘束とともに，その推定誤差も同時に，迅速かつ正確に把握する技術の開発を継続するとともに、開発した技術の国土地理院への技術移転に必要な事項の整理を開始する．海域観測量にもとづくすべり量の逐次改良手法の構築の継続する。
令和10年度：開発した技術の国土地理院への技術移転およびそれに向けた知見を取りまとめ、問題点を明らかにするとともに、得られた知見から修正点等を明らかにする。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

目的とする海域におけるすべりを適切な正則化拘束とともに、推定誤差も同時に、迅速かつ正確に把握するための技術開発を継続した。具体的にはより物理的妥当性の高い地震時すべり推定を実現する枠組みの構築を目的とし、von Kármán型自己相関関数 (ACF) に着目し、これを正則化拘束として明示的に組み込む手法を開発した。von Kármán ACFは、相関距離とハースト指数によって特徴付けられ、これらは断層すべりの空間相関と短波長成分の性質を規定する。実装としてはすべり量の事前分布にvon Kármán ACFに基づく共分散構造を導入し、相関距離を未知パラメータとしてすべり分布と同時推定する枠組み (VKR) を構築した。さらにその妥当性を数値実験により検証し、稠密な測地観測データの条件下ではすべり分布と相関距離の両方を高い確度で推定できることを示した。これらの結果は、自己アフィン性を明示的に仮定したすべり分布推定を不確実性とともに評価可能であることを示す重要な成果である。
巨大地震直後のゆっくりとした地殻変動を正確に把握することは、プレート境界における非定常すべりの把握という観点で重要である。一方でGNSS測位においては、それら１日以下の時定数の地殻変動を把握が様々な阻害要因の存在から難しく、非定常すべりに起因する地殻変動をリアルタイムで把握することは現状では容易ではない。そのため本年は電離層や対流圏遅延を無視可能な短基線相対測位に着目し，RINEX観測ファイルに対してマルチパスノイズ補正を行う汎用的なマルチパスノイズ低減手法を構築し、それらの初期的な精度評価を行った。その結果、補正後のキネマティックGNSS時系列において1,000秒から10,000秒の時間帯域でノイズレベルを低減できる結果を得た。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

建議における、3(2)イ 「津波の即時予測手法」において求められている「大学は、リアルタイムGNSSや海域での観測量等を用いて巨大地震の断層すべりをその確からしさも含めて即時的に推定する手法の開発を行い、津波即時推定手法の高度化と自動化に関する研究を進める」について、適切な正則化拘束の構築という観点で順調に進展している。さらに1日以下の時間帯域におけるGNSS時系列の高精度化の観点でも初期的な成果を得ている。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kano M., K. Yano, Y. Tanaka, T. Takabatake, Y. Ohta (2025), Spatio-temporal characteristics in the GEONET F5 solution in the frequency domain estimated based on the robust spectral analysis, Earth Planets Space, 77, 103, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02236-3, 査読有, 謝辞有

Yamada T. and Y. Ohta (2026), Simultaneous estimation of slip distribution and correlation length using Bayesian optimization and the impact of inhomogeneous observation network distribution, Volume 244, Issue 3, ggaf525, https://doi.org/10.1093/gji/ggaf525, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

伊藤 嘉秋, 太田 雄策, MHM法によるGNSSマルチパスノイズ低減手法の最適化, JpGU 2025

大塚 英人, 太田 雄策, WANG SHUYA, 碓氷 典久, 日野 亮太, Evaluation of vertical oceanic

processes affecting seafloor pressure using MRI.COM and DONET observations, JpGU 2025

伊藤嘉秋, 太田雄策, MSS-MHM 法によるGNSS マルチパスノイズ低減手法の高度化, 日本測地学会第114回講演会

山田太介, 太田雄策, ハイレートGNSSに基づくkinematic slip inversionにおける地震時すべり分布とその相関距離の同時推定, 日本測地学会第114回講演会

伊藤嘉秋, 太田雄策, 搬送波位相残差マップに基づくRINEX観測ファイルに対するGNSSマルチパスノイズ低減手法, GPS/GNSSシンポジウム2025

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

目的とする海域におけるすべりを高精度に進めるために 1 日以下の時定数の地殻変動を高精度に把握するための技術開発を継続する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

太田雄策（東北大学大学院理学研究科）, 日野亮太（東北大学大学院理学研究）
他機関との共同研究の有無：有
国土地理院 測地観測センター 電子基準点課

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
電話：
e-mail：yusaku.ohta.d2@tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：太田雄策
所属：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

令和７年度年次報告

課題番号：THK_10

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底地震・測地観測による千島海溝・日本海溝北部のプレート間固着と非地震性すべりの把握

（英文）Understanding interplate locking and aseismic slip in the Kuril Trench and northern Japan Trench based on ocean-bottom seismic and geodetic observations

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

2011年東北地方太平洋沖地震の震源域北端部 (日本海溝北部)から千島海溝では，プレート境界型巨大地震の発生が危惧されている。日本海溝では，S-netや過去の自己浮上型OBS観測データ，およびGNSS-A観測等から，非地震性すべりの発生が見出されるなど，プレート間固着・すべりの時空間的多様性が確認されつつある。一方，千島海溝では，今次計画において根室沖におけるGNSS-A観測を中心としたパイロット的観測が開始されているものの，十勝沖を中心とした領域に海底測地観測点が存在しないため，プレート境界における走向方向の固着不均質の議論すら難しい。このような背景のもと，本提案課題では，日本海溝北部から千島海溝にかけての海域で，海底観測（海底地震観測・GNSS-A・海底間音響測距・海底圧力観測）を実施するとともに，S-netのデータ等と統合解析することで，プレート観固着および，スロー地震・非地震性すべりの実態を明らかにする。これにより，両地域におけるプレート境界の相互作用の理解を進めるとともに，海溝型巨大地震の長期評価の高度化に貢献する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

■日本海溝と千島海溝の会合部周辺の地震活動の実態把握
現行計画で開始した日本海溝北部から千島海溝にかけての広帯域観測型海底地震観測を継続するとともに，これまでに得られた自己浮上式海底地震観測データおよびS-netを用いて，十勝沖地震または東北沖地震以降に認められているスロー地震活動の経時的な推移を追跡する．スロー地震のエピソードにおいて通常地震とスロー地震との相対位置をより正確に把握するため，テクトニック微動および超低周波地震の検出・震源決定手法を高度化する．並行して，スロー地震現象に時空間的に近接する繰り返し小地震を含む通常地震の探索を進め，エピソードや海域による差異や共通性を明らかにする．
■千島海溝根室沖および十勝沖におけるGNSS-Aによる海底地殻変動観測の実施

千島海溝根室沖では既存のGNSS-A観測点の繰り返し観測によってプレート間固着の実態，特に固着域の上端の位置を明らかにするとともに，走向方向の固着の強弱を把握することを目的としたGNSS-A観測点 1点 の新設を目指す。さらに自己校正機能付き海底水圧計による同時観測を実施し，海底の地震間地殻変動の検出を試みる。新観測点では，JAMSTECと連携して開発を進めているWave Glider単独によるGNSS-A観測を実施し，観測頻度の向上を目指す。
■千島海溝 既存GNSS-A観測点における自己校正機能付き海底水圧計の同時観測の実施
根室沖および十勝沖に設置したGNSS-A観測点のごく近傍で自己校正機能付き海底水圧計による同時観測を実施し，海底の地震間地殻変動の検出を試みる。
■日本海溝北部から千島海溝にかけての海域におけるプレート境界の相互作用のモデリングを実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

■千島海溝根室沖および十勝沖におけるGNSS-Aによる海底地殻変動観測の実施
根室沖において2019年7月に設置された3つのGNSS-A観測点（G21, G22, G23）について、2024年度までに取得した観測データを解析し、各観測点での変位速度を計算した（図）。その結果、全ての観測点がプレート収束方向（N˜293˚）への変位を示した。さらに、海溝近傍の陸側斜面上のG22点と太平洋プレート上のG23点がプレート運動モデルから期待されるプレート収束速度と同程度の約8 cm/yrの変位速度を示した。加えて、根室沖沖合のプレート境界浅部（深さ10 km以浅）においてプレート間固着を与えた場合（固着モデル）と与えなかった場合（クリープモデル）の地表面変形を、水平二層粘弾性構造を仮定した簡易なモデルでシミュレーションを行った。その結果、クリープモデルは観測値を説明できず、固着モデルは観測値と整合的であることがわかった。このことは、少なくとも根室沖沖合のプレート境界浅部（深さ10 km以浅）では、強いプレート間固着が生じていることを示唆している．仮にこうした強いプレート間固着が17世紀に発生したMw8.8の巨大地震（Ioki & Tanioka, 2016, EPSL）以降、継続して存在していた場合、17世紀の地震時の海溝近傍でのすべり量25 mに匹敵するすべり欠損がすでに蓄積していると考えられる。これらの成果は、既に論文として受理されている（Tomita et al., in press, CEE）。
2025年8月に実施したKS-25-11航海において、船舶によるキャンペーン観測をG22点で実施した。この観測による測位結果は、上記の2024年度までの変位速度から見積もられる変位と整合的であった。また、KS-25-11航海では新たなGNSS-A観測点を2点（G28・G29）十勝沖に設置し（図：赤四角）、初回のキャンペーン観測を実施した。この観測点では、今後継続的にGNSS-Aキャンペーン観測の実施を予定しており、それによって上記の根室沖で明らかにされた強いプレート間固着の海溝に沿った方向の広がりを明らかにする見込みである。

■A-0-A方式による自己校正機能付き海底水圧計の回収と初期解析
2024年11月に設置したA-0-A方式による自己校正機能付き海底水圧計を2025年11月に回収し、必要なデータが取得されていることを確認した。現在詳細解析を実施している。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

2011年東北地方太平洋沖地震とその周辺域での地震・地殻変動の状況を詳細に知ることは、建議で示されている「大学は，千島海溝や日本海溝北部周辺で海底地殻変動・地震観測等の海陸諸観測や調査を行い，プレート間固着状況などの地殻活動の現況や履歴を把握する。また，地震活動の時空間特性や震源の多様性評価に関する検討を行う。」という点に合致する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Tomita, F., Y. Ohta, M. Kido, M. Ohzono, H. Takahashi, R. Hino, and T. Iinuma (in press) Seafloor geodetic evidence of slip deficit near the southwestern Kuril Trench, Communications Earth & Environment., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

平田 京輔, 日野 亮太, 山田 太介, 源 孝祐, 大塚 英人, 太田 雄策, 久保田 達矢, Spatiotemporal Evolution of Aseismic Slip Preceding the 2011 Tohoku-Oki Earthquake by Reprocessed OBPR Data, JpGU2025

萩原 拓海, 太田 雄策, 日野 亮太, 佐藤 真樹子, 鈴木 秀市, 梶川 宏明, 室内実験にもとづくA-0-Aを用いた海底水圧計の機器固有ドリフトの除去性能定量評価, JpGU 2025

松本祥太郎, 木戸元之, 太田雄策, 日野亮太, 海底間音響測距観測で検出された千島海溝根室沖海 溝軸近傍での微小変形, 日本測地学会第114回講演会

Shotaro Matsumoto, Motoyuki Kido, Yusaku Ohta, Ryota Hino, What is the origin of the slight shortening across the Kuril trench off Nemuro observed by Acoustic Distance Meter, AGU 2025

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：地殻変動：GNSS音響結合方式海底地殻変動観測
概要：概要：「KS-25-11航海：千島・日本海溝における船舶によるGNSS-A観測の実施、および新規GNSS-A観測点の設置。」
既存データベースとの関係：
調査・観測地域：北海道十勝沖 41.6336 144.2860
調査・観測期間：2025/8/22-2025/9/4
公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

（10）令和８年度実施計画の概要：

・既存の千島海溝根室沖におけるGNSS-A観測点および走向方向の広がりを把握するために設置した十勝沖に新規GNSS-A観測点におけるGNSS-A観測を継続する
・微小地震活動および微動活動等のカタログの高度化を継続する。
・A-0-A方式による自己校正機能付き海底水圧計のデータ解析を行い、その性能評価を行なう。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

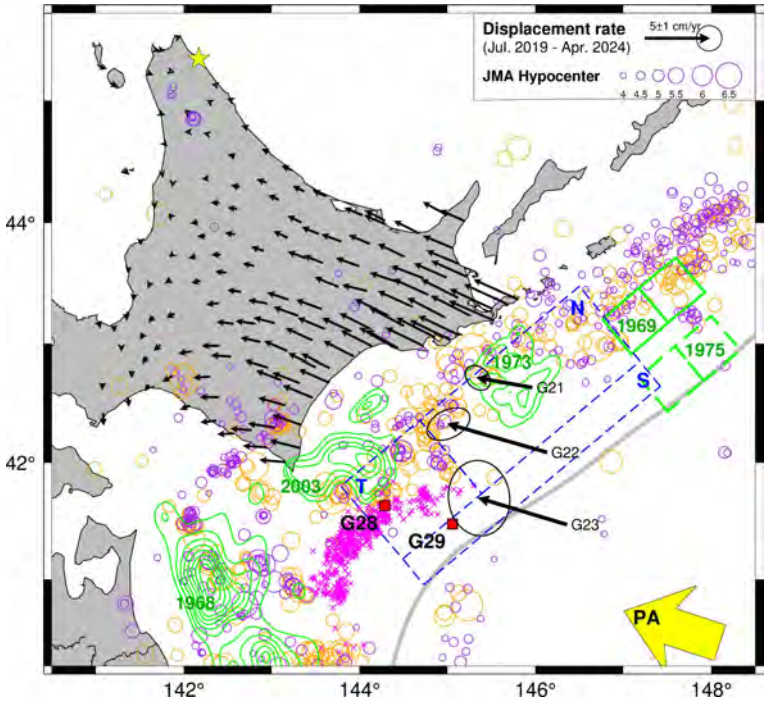
太田雄策（東北大学大学院理学研究科）, 東 龍介（東北大学大学院理学研究科）, 日野亮太（東北大学大学院理学研究科）, 木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）, 富田史章（東北大学災害科学国際研究所）
他機関との共同研究の有無：有
高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）, 村井芳夫（北海道大学大学院理学研究院）, 大園真子（北海道大学大学院理学研究院）, 篠原雅尚（東京大学地震研究所）, 望月公廣（東京大学地震研究所）, 山田知朗（東京大学地震研究所）, 悪原 岳（東京大学地震研究所）, 伊藤喜宏（京都大学防災研究所）, 飯沼卓史（海洋研究開発機構）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
電話：
e-mail：yusaku.ohta.d2@tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：太田雄策
所属：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター



図：2019–2024年における千島海溝南西部での地殻変動場
黒ベクトルは，2019–2024年における平均変位速度（参照点：猿払（黄色星））を示す。赤四角は2025年8月に設置した新規GNSS-A観測点（G28・G29）を示す。黄色のベクトルは太平洋プレートの運動方向・速度を示す。青色の破線の長方形は、17世紀の超巨大地震の断層モデル（Ioki & Tanioka, 2016）を表す。緑色コンターは、過去のM7–8クラスの地震におけるすべり分布を示す。実線および破線の緑色の長方形は、それぞれ1969年および1975年の千島海溝沿いの地震の大すべり域を示す。紫色および橙色の円は、それぞれ観測期間である2019年7月から2024年4月まで（Mj ☒　4.0）および観測期間以前の1997年10月から2019年6月まで（Mj ☒　5.0）に発生した地震の震央を示す。マゼンタのばつ印は微動（Nishikawa et al., 2019）の分布を示す。

令和７年度年次報告

課題番号：THK_11

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）東北地方をはじめとした沈み込み帯で発生する内陸地震の総合的研究
（英文）Comprehensive study on inland earthquakes occurring in subduction zones, including the Tohoku district

（3）関連の深い建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
イ. 内陸地震の長期予測
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

内陸やプレート境界上盤・日本海東縁地域で発生する地震の長期評価・強震動予測への貢献や地震活動の推移予測を目指し、活断層（大規模地震）や群発地震を対象とした多項目観測・研究を実施する。「都市圏・生活圏における活断層等で発生する地震や過去の被害地震」、「群発地震などの近年活発な地震活動が見られる地域」、「東北沖地震などプレート境界大地震前後のその影響を大きく受ける時期の活動」について、文理融合の視点を含めて、総合的な観測研究を実施する。「都市圏・生活圏における活断層等で発生する地震や過去の被害地震」として、特に、東北中南部（A地域）を重点的に取り組む地域とする。具体的にはA-1(長町・利府線断層帯～双葉断層帯～福島盆地西縁断層帯・会津盆地東縁/西縁断層帯～長井盆地西縁断層帯を含む領域；例：双葉断層帯北端付近）及びA-2（岩手県南部～宮城県北部にかけて2008年岩手・宮城内陸地震を含む領域；例：北上低地西縁断層帯南部及びその周辺）とする。断層帯端や境界に注目し、断層延長部や接続部での連続性・セグメンテーションとそれらの原因について、浅部構造探査等により得られる断層像と地球物理学的に得られる地殻全体の構造を合わせて全体像を明らかにする。各研究結果を反映させて対象領域内のシナリオ地震の構築とそれに基づくハザード（強震動）評価を行い、歴史地震とその被害も踏まえつつ、ハザード（強震動）評価や被害事例の社会との共有による被害想定の高度化や防災リテラシー向上への活用の方策に

ついて検討を行う。
「群発地震などの近年活発な地震活動が見られる地域」は、B地域（東北地方、関東地方などの各群発地震活動域；例：山形・福島県境付近、茨城県北部～福島県南東部付近、栃木県北部）を重点的に取り組む領域とする。各地域の活動の理解の高度化とそれらの相互比較により、応力・地殻内流体・断層（弱面）などの群発地震の推移を支配するプロセスの解明を行い、群発地震が発生する場所の特徴を抽出する。また、群発地震活動が大規模地震に発展する事例の理解のため、群発地震活動と周辺の大規模断層帯等との関係（構造の連続性など）を明らかにする。
A,B両地域及び広域共通の課題として、「東北沖地震などプレート境界大地震前後のその影響を大きく受ける時期の活動」の理解や地殻深部から浅部地震発生域への流体供給路の解明を進め、災害軽減のための基盤となる地震発生場の理解のため、東北地方を始めとした沈み込み帯の内陸地震等の全体像を示す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

長町・利府線断層帯～双葉断層帯～福島盆地西縁断層帯を主要な対象とし、震源断層のシナリオ化、地盤構造と合わせた強震動評価に基づく脆弱性の抽出、対象断層帯周辺自治体の防災計画における課題解決に向けて、以下の４つのサブテーマについて、テーマ間の密接な連携のもと、研究を実施する。
１）活断層などで発生する大規模地震の発生ポテンシャル評価や地震シナリオ構築
これまでなされた研究、例えば、2008年岩手・宮城内陸地震で見られたような地震発生層内の地震波速度高速度域や地震発生層下の地震波速度低速度域の広がりと震源域との広がりとの関係など、発生したM7クラス等の大規模地震の詳細を調べるとともに、その知見を踏まえ、注目すべき活断層帯や発生した大規模地震及びその周辺等での地震発生ポテンシャル評価を行う。これまで評価されている活断層帯の長さやセグメンテーションについて、浅部構造探査・高密度地震観測/電磁気探査/地殻変動観測からなる、多項目観測により検証を行う。断層浅部の分岐やダメージゾーンなどの幾何学的構造と挙動、内陸活断層における地震発生層内での断層の端や複数の断層の連続性、地震発生層下部を含む断層への応力ひずみ蓄積の高精度把握を行う。地域史料群を活用した地形復元による歴史地震災害の詳細な実態解明を行い、構造や震源分布の比較による震源の描像を行う。断層及びその周囲の構造や応力の不均質性及びその意味を明らかにするとともに、地震の放射エネルギー・破壊パターンの複雑性と地震発生テクトニクスの関係を踏まえ、対象とする活断層帯や領域でのシナリオ地震の提案と地盤構造の精緻化による強震動予測の高度化を目指す。歴史地震による被害の解明とあわせ、将来発生が予測される災害（リスク）について、その予防や防災意識の啓発による被害軽減への方策について検討を行う。
２）群発地震などの地震活動の推移予測に向けた理解の高度化
東北沖地震後に発生した内陸の群発地震などを対象に、詳細な震源分布・地震波速度・速度異方性・比抵抗構造などの推定や物質科学的研究により、発生場の理解をさらに進める。群発地震や前震活動の背景地震活動度は、地震活動推移の把握・予測のための鍵となる地殻内の応力変化・流体圧変化・非地震性滑りに関する貴重な情報源となる。推定した背景地震活動度のモニタリング及びモデリングに基づき、地震活動の推移の把握・予測を試みる。また、群発地震活動を端緒とした大規模地震の発生の理解のため、群発地震活動と周辺の断層等の関係を明らかにする。
３）東北沖地震前後の地震活動や地殻変動のモニタリングと数値モデルによる再現及び予測
東北日本沖合から内陸域までの応力場・断層構造の全体像の解明及び東北沖地震の余効変動の詳細な理解と余効変動により変化する地震活動評価を目的とした、観測・実験・モデルからなる総合研究を実施する。東北沖地震との比較として、プレート境界大規模地震である1611年慶長地震や1896年三陸地震津波などの前後の内陸等の地震活動についても検討を行う。
４）上記に関わる物理・化学的素過程を明らかにする研究
応力や流体圧の時空間変化・地震発生に関与した流体量と流体の移動速度について、さらに地震発生層内やその深部での非弾性変形に与える水の影響について、物理的・物質科学的視点で研究を行う。弾性や摩擦係数に異方性が認められる環境が応力インバージョンに与える影響を実験的に評価する。
年次計画：2024年度～2028年度にわたり各研究を随時実施する。地震観測については、第２次計画において整備した臨時観測網を継続し、新たな地震活動域や観測点の空白域に新たに臨時観測網を整備する。加えて、短期稠密観測を双葉断層北部等、各地域で実施する。2024年度は能登半島地震震源域を対象とした稠密地震観測を各大学との合同観測として実施する。2027年度には双葉断層北部等に

おいてDASを用いた超稠密観測を実施する。比抵抗構造探査については、2024～2027年の4年間に双葉断層北部や山形県-福島県県境付近等を対象とした稠密探査を行う。浅部重力構造探査については、現計画で実施した双葉断層帯の検討を進めるとともに、同様の脊梁および前弧側の活断層の理解を深めるため、北上低地西縁断層帯南部の出店断層及びその南側の一関-石越撓曲線に至る活断層について、2024～2025年度に、既存の反射法地震探査測線に沿って探査を実施することにより、正断層構造と重力異常の対応を確認したのち、2026～2028年度に、岩手県一関市付近に複数の東西測線を設定して探査を実施する。以上の知見を踏まえた、震度等の評価・予測を、双葉断層北部などで行う。得られた評価・予測を適切に社会と共有するための手法構築のため、対象となる断層等の周辺の自治体において、2025年度に既存の強震動予測地図の理解を測り本課題で提示する評価及び予測の情報を適切なものとするとともに2028年度に提示する情報の共有の有効性の確認を、それぞれアンケート調査により実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1. 能登半島地震に関する研究

2024年1月1日に石川県能登地方で発生した能登半島地震の複雑な破壊過程の理解を目的とし、震源域の高精細な地下構造を明らかにするため、東北大学が能登半島に臨時的に設置した12台の地震計と既存の観測網と合わせた高密度な地震観測データを活用した。この臨時地震観測は能登半島地震の約1ヶ月前（2023年10月から11月）までに実施していたものである。そして、海洋の波浪によって常に発生しているわずかな地面の揺れ（常時微動）のデータを解析することで、地下の地震波速度構造をこれまでにない高い解像度で描き出すことに成功した (Takagi et al., 2025)。その結果、2024年能登半島地震の震源域の下に、地震波が異常に速く伝わる領域（高速度体）が存在することが明らかになった。また、この高速度体は、およそ1500万年前の火山活動の供給源となったマグマが、地下で冷え固まったものである可能性が高いことが、その分布や速度、地質構造との比較から示された。さらに重要な点は、地震発生前の3年間にわたる群発地震が、この固化した古いマグマを避けるように発生していたのに対し、能登半島地震の主要な断層破壊は、その固結マグマの中で発生していたことである。このことから、この固結マグマが、当初は、群発地震を引き起こす地下の流体の移動を妨げる「不透水性の壁」としての役割を果たしていましたが、最終的にマグニチュード7.5の能登半島地震を引き起こす「破壊の中心（アスペリティ）」として機能したことが明らかになった。群発地震発生域のすぐ隣に存在していたこのアスペリティ が破壊されることで、断層破壊がさらに東西に伝播し、マグニチュード7.5という大地震に至ったと考える。この結果は、過去の火山活動によって形成された固結マグマと、それによる地下の水の通りやすさ（透水性）の不均質が、群発地震の発展と大地震の発生を支配した要因であることを示している。

2024年能登半島地震（M 7.6）は能登半島東部の深さ約15kmで発生した。本地域に存在する高傾斜角（50˚-60˚）の断層面は日本海形成時の引張応力場によって形成されたものである。これらの高角断層は現在の圧縮応力場において逆断層（反転テクトニクス断層）として活動している。能登半島地震がどのような条件下で発生したのか、また将来の地震発生の可能性が高い場所を理解するためには、現在の応力場に対する断層のすべりやすさを数値的に評価することが重要である。そこで、本研究では2024年能登半島地震の震源域周辺の応力場を推定し、Slip Tendency（ST）解析を用いて断層のすべりやすさを評価した（Tagami et al., 2025)。能登半島周辺では横ずれ型のメカニズム解も存在するものの、ほとんどの地震は逆断層型のメカニズム解を示している。推定した応力場は北西-南東方向の圧縮軸を持ち、逆断層運動を支持する。能登半島西部では主応力軸の方向と断層走向が斜交し、横ずれ断層運動を引き起こす可能性がある。最大水平圧縮方向は、西部から東部にかけて時計回りに20˚回転する。2024年能登半島地震に関連する断層モデルの解析では大きなST値が示され、能登半島地震発生以前の応力場において断層がすべりやすい状態にあったことを示唆している。また、能登半島地震発生以前に特定されていた能登半島域内の断層も大きなST値を示した。大きなST値の分布は観測された大きなすべり量と一致していた。各断層の過去の活動歴といった他の要因を考慮する必要はあるものの、能登半島地震は複数の断層が破壊に適した条件下で発生したと考えられる。

遠地波形を用いて破壊過程をモデル化し、その全体像が5つのサブイベントで説明できることを示した。

特に、陸域観測網では検知が困難な震源東側の海域において、第5の破壊が発生したことを明らかにした。(Yoshida and Yamada, 2026)
4/19に珠洲市高屋地区で観測成果の現地報告会を行った（岡田・平原・他，2026)
。報告会で行ったアンケートや報告会の際の双方向の意見交換の結果，住民の方々の地震に関する関心は高く，適切な説明は災害軽減に有効であることが伺えた。

2. トカラ列島近海の地震活動（加藤愛太郎・他）

トカラ列島近海では2025年6月下旬から観測史上最大規模の群発地震が発生した。本研究では、悪石島・小宝島・平島の鹿児島大学観測点と基盤観測網のデータを統合し、PhaseNetによる自動検測、イベント検出、震源再決定、マッチドフィルター法を用いて高精度な地震カタログを構築した。その結果、震源域には東西2つのクラスターが確認され、多くが深さ15 km以浅に分布し、気象庁カタログより浅いことが判明した。地震活動は6月21日以降浅部へ移動し、6月29日以降は北東方向への移動と速度増加（20〜50 km/d）が顕著となった。西側クラスターも7月2日に南西方向へ急速に拡大した。これらの移動はスロー地震やダイク貫入と整合し、火山性流体の貫入に伴うスロースリップと応力集中が群発地震に関与した可能性が示唆される。

3. 陸奥湾の地震とS波スプリッティング解析（岡田・藤村・他，2026）

青森県陸奥湾下で，2024年11月に活発化した地震活動の地震波形データを用いてS波スプリッティング解析 [Savage et al., 2010] を行い，同地域の応力場や断層との関係を検討した。その結果，青森県陸奥湾下で2024年11月に活発化した地震活動は既存断層に関係する可能性が示唆された。

4. 山口県北部萩市付近の地殻下部の地震波速度構造（岡田・宮澤・他，2026）

2025年2月から活動が活発化した山口県北部萩市付近の地殻下部の地震活動に対し，地震波速度トモグラフィ解析を実施した。気象庁一元化震源カタログおよび京都大学防災研究所が設置した臨時観測点を用いて，Double-Difference トモグラフィ法 [Zhang and Thurber, 2003, 2006] により，2025年2月ごろから群発地震活動が発生した山口県北部地域の地震波速度構造を求めた。活発化した地震活動域の周辺には高いVp/Vs・低いVs領域が確認できる。高いVp/Vs・低いVs領域の成因として流体が挙げられ，この地震活動と流体との関わりが示唆される。

5. S波反射面のマッピング（鈴木・他，2026）

2011年東北地方太平洋沖地震後に群発地震活動が生じた福島・山形県境付近において2011 年東北地方太平洋沖地震合同余震観測グループが設置した臨時地震観測点を用いたS波反射波の起源となるS波反射面の空間分布を推定した。
反射面は群発地震震源域直下に位置し，広がりの小さな反射面が複数存在すると
考えられる。米沢-喜多方地域の S 波反射面は大峠カ ルデラのマグマだまりに由来する流体が原因であり，この流体の流入により群発地震活動が誘 発されたと考えられる。

6. 岩手県北部のS波スプリッティング解析（藤村・他，2026）

2024年7月に活発化した岩手県北部の地震波形を用いて, 周波数依存性を考慮したS波スプリッティング解析を行った。 折爪断層近傍の観測点と震源域西方の観測点では異方性の方向に顕著な周波数依存性が見られたが, 応力起因の異方性に，それぞれ活断層である折爪断層や火山域の局所的な構造性異方性が重畳している構造を反映している可能性がある。

7. 新潟県中越地震，新潟県中越沖地震周辺の地震活動解析（内田晴海・他，2026）

新潟県中越地震，新潟県中越沖地震，および東北地方太平洋沖地震後に地震活動が活発化した地域を対象に，ETAS モデルによる地震活動の再現性とクーロン応力変化との関係を検討した。

新潟県中越地震では，b 値の一時的な低下に伴う余震活動の活発化に対して，ETAS モデルが地震活動を過小評価する傾向が認められた。一方，震源域では背景地震活動率および余震の生産性の上昇が推定され，これらはクーロン応力の上昇と整合的である。新潟県中越沖地震の余震域は，中越地震によってクーロン応力が低下した領域に位置し，背景地震活動率および余震の生産性はいずれも中越地震に比べて低く推定された。この結果はクーロン応力低下の影響を反映している可能性がある。また，中越地震を補完イベント期間として設定した場合には，活発な余震活動が定常的な背景地震として扱われ，地震活動の過大評価が生じ得る点に注意が必要である。東北地方太平洋沖地震後に地震活動が活発化した地域では，群発地震を含む時系列において，広域・長期間で推定したモデルと実際の地震活動が一致しない期間が確認された。群発的な活動が卓越する領域では背景地震活動率の増加が推定され，この傾向は先行研究と整合的である。

8. 内陸の通常地震と低周波地震における放射エネルギー特性の差異とそれに由来するローカルマグニチュードとモーメントマグニチュードの系統的乖離を定量的に明らかにした（Orimo et al., 2025）。

9. 北上低地西縁断層帯南部における重力探査と地下地質構造（岡田真介・他）

北上低地西縁断層帯南部の既存反射法地震探査測線（白石ほか, 2010）に沿って取得されていた重力探査データの一部を再測定し（29点），ブーゲー重力異常から北上低地～北上低地西縁断層帯の地下地質構造の推定を行った。Talwani法による密度構造解析の結果，中新世の日本海拡大時の正断層とそれを埋めた堆積物を示す地下地質構造と北上低地西縁断層帯との関係が明らかになった。

10. 地殻上部の電気伝導度構造とP波地震波速度構造から岩石物理モデルに従って間隙流体体積分率と塩分濃度を推定する1次元逆問題コードを開発し、山形福島県境付近の群発地震域に適用したところ、Fault-Valveモデルのバルブ深さを定量的に評価できる結果を得ることに成功した（市來・他）。

11. せん断増粘流体(STF)を付加した石英ガウジ層臨界スティフネスのせん断速度依存性（Wang et al., 2025)

せん断速度が増加すると粘性が急増する機能性流体（せん断増粘流体、STF）を付加した石英ガウジを用いた摩擦すべり実験を行った。地震の核形成に相当する1-100μm/sの低速すべりでは、STFを付加しないガウジ層の臨界スティフネス(kc)はすべり速度に依らず正の一定値を示すが、STFを付加するとすべり速度の増加とともにkcは低下し、すべり速度100μm/sではほぼ0になった。このことは、STFを注入すると断層が安定化し、地震の核形成を抑制あるいは遅延させうることを示唆する。

12. 上部地殻を模擬した石英ーアルバイト（長石の一種）混合試料を用いた高温高圧せん断実験（Furukawa et al., 2025)

上部地殻を模擬した石英ーアルバイト（長石の一種）混合試料を用いた高温高圧せん断実験をおこない、脆性塑性遷移を含む様々な温度圧力の条件下で岩石の強度（摩擦係数）とその組織を比較した。温度圧力は、地下の深さを模擬して、岩石の密度2.7g/cm3 , 地温勾配30度を仮定して、深さとともに温度圧力両方を変えて実験した。浅部条件では破砕主体で摩擦係数がByerlee則に収束する一方、深部条件ではひずみ弱化に転じ、ナノ粒子化・再結晶を伴うことで地殻強度が大きく低下することを示した。特に、脆性塑性遷移に近い深部領域では、これまでの論文で非晶質として報告されていた低粘性と思われる流動領域が見られた。FIBとTEMを用いたナノ分析から、この非晶質様の物質は、すべてナノ結晶粒子であり、この領域での粒界すべり（＋深部での動的再結晶）が、上部地殻の脆性–塑性（摩擦–粘性）遷移帯におけるピーク強度と弱化を支配する、という実験的根拠を提示した。

13. 地温勾配を考慮した山陰ひずみ集中帯のモデル（Shibazaki et al., 2025)

山陰地域では、第四紀火山が存在する火山フロントに沿って地温勾配が大きい。本研究では、非線形粘弾性とモール・クーロンの降伏条件に基づく塑性変形を取り入れた有限要素法により、不均一な熱

構造と横ずれ応力場を考慮した山陰歪集中帯（SSZ）の形成過程をモデル化した。その結果、火山フロントに沿った高地温勾配域内に剪断帯が形成されること、局所的に地温勾配が高い領域においてSSZ走向に対して斜め方向に小規模断層帯が生成されることを明らかにした。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究課題は
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震
に対応し，内陸地震に関する観測研究や実験に基づく研究成果を得た。また，建議項目「地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化」に直接的に資する成果も得られた。
さらに，
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
に関係し，能登半島地震に関して住民への研究成果の還元を行った。

（8）令和 7 年度の成果に関連の深いもので、令和 7 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Wang, L.,Y. Mukuhira, Y. Yabe, S. Sawa, and J. Muto, 2025,. Induced Earthquakes Inhibited by Shear Thickening Fluid, Geophys. Res. Lett., 52, e2025GL118281. doi:10.1029/2025GL118281, 査読有, 謝辞有

Orimo, Masaki, Keisuke Yoshida, Toru Matsuzawa, Taka'aki Taira, Kentaro Emoto, Akira Hasegawa, 2025, Systematic Differences in Energy Radiation Processes Between Regular and Intraplate Low-Frequency Earthquakes Around the Focal Area of the 2008 Mw 6.9 Iwate-Miyagi, Japan, Earthquake, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, 3, e2024JB030750, https://doi.org/10.1029/2024JB030750, 査読有, 謝辞無

Dhar, S., Takada, Y., & Muto, J., 2025, Inferring 3-D rheology of low-viscosity zone around quaternary volcanoes of NE Japan from postseismic deformation of the 2011 Tohoku-Oki earthquake. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 130, e2024JB029939. https://doi.org/10.1029/ 2024JB029939, 査読有, 謝辞有

藤村遼太郎・岡田知己・内田晴海・Martha SAVAGE・田上綾香，2026, 岩手県北部の周波数依存性を考慮したS波スプリッティング解析，東北地域災害科学研究，印刷中., 査読無, 謝辞無

Furukawa, M., Verberne, B. A., Sawa, S., Nagahama, H., Takahashi, M., Plümper, O., & Muto, J., 2025, The brittle-plastic transition in quartz-albite mixtures: New insights from shear deformation experiments at mid-to-lower crustal depth conditions. Journal of Geophysical Research:SolidEarth, 130, e2025JB031249. https://doi.org/10.1029/2025JB031249, 査読有, 謝辞有

岡田 知己・宮澤 理稔・西川 友章・西村 卓也・長岡 愛理・宮町 凜太郎・大見 士朗・松本 聡・髙木 涼太，2026, 山口県北部の2025年深部群発地震震源域周辺の地震波速度構造・地震活動，地震予知連絡会会報, 115, 印刷中., 査読無, 謝辞無

岡田知己・藤村遼太郎・内田晴海・木村洲徳・髙木涼太・Martha SAVAGE・田上綾香・前田純伶・前田拓人・野口科子・阿部信太郎，2026, 青森県陸奥湾下の地震の S 波スプリッティング解析，東北地域災害科学研究，印刷中., 査読無, 謝辞有

Shibazaki, B., Nishimura, T., & Matsumoto, T., 2025, Modeling the San-in shear zone in southwest Japan: development of the immature shear zone along the volcanic front. Earth, Planets and Space, 77(1), 182. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02306-6, 査読有, 謝辞有

鈴木真奈美・岡田知己・2011 年東北地方太平洋沖地震合同余震観測グループ, 2026, 東北地方米沢-喜

多方地域における S 波反射面の空間分布，東北地域災害科学研究，印刷中., 査読無, 謝辞無

Tagami, A., Okada, T., Savage, M.K. et al., 2025, Evaluation of the favorability of faults to slip: the case of the 2024 Noto Peninsula earthquake. Earth Planets Space 77, 107. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02235-4, 査読有, 謝辞有

内田晴海・岡田知己・藤村遼太郎・田上綾香，2026, Epidemic-Type Aftershock Sequenceモデルを用いた新潟県中越地方の地震活動の時空間解析，東北地域災害科学研究，印刷中., 査読無, 謝辞無

Yokoyama, H., Ofune, T., Jayawickrama, E. et al., 2025, Kink strengthening and rank-1 connection of crustal rocks. Sci Rep 15, 33203, https://doi.org/10.1038/s41598-025-17812-6., 査読有, 謝辞有

Yoshida, K., Yamada, T., 2026, Discrete Radiation Sources of the 2024 Noto Peninsula Earthquake: Linking Teleseismic Pulses and Near-field Observations, Earth, Planets and Space, accepted, 査読有, 謝辞無

Takagi, R., K. Yoshida, and T. Okada, 2025, Rupture of solidified ancient magma that impeded preceding swarm migrations led to the 2024 Noto earthquake, Science Advances, 11, 42, doi: 10.1126/sciadv.adv5938., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Lu Wang・椋平祐輔・矢部康男・澤燦道・武藤潤，2025，機能性流体による誘発地震抑制の試み，日本地熱学会令和7年学術講演会盛岡大会

Mukuhira, Y., Application of Functional Fluids to Geomechanical Challenges in various fields, ICDP Workshop “Probing the heart of an earthquake and life in the deep subsurface”

Wang. L., Y. Mukhire, Y. Yabe, S. Sawa, and J. Muto, 2025, Induced seismicity can be inhibited by particle jamming, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes

Yabe, Y., S. Sawa, H. Ogasawara, and R. Durrheim, 2025, Frictional properties of the fault, ICDP Workshop “Probing the heart of an earthquake and life in the deep subsurface”

Yabe, Y., 2025, 3D stress estimation by Deformation Rate Analysis, ICDP Workshop “Probing the heart of an earthquake and life in the deep subsurface”

Yabe, Y., 2025, A case study of stress estimation around a seismic source fault by integrating various stress information, AFRIROCk Geotech Workshop

Wakao, N., M. Ichiki, A. Motoyama, Y. Ogawa, M. Uyeshima, K. Asamori, T. Uchida, H. Hase, T. Koyama, S. Sakanaka et al., 2025, Vertical geofluid volume fraction profile through the seismic swarm zone in NE Japan, inverted from electrical resistivity and P-wave velocity, IAGA-IASPEI Joint Scientific Meeting, J02a-02.

市來 雅啓, Siripunvaraporn Weerachai, 2025, 比抵抗モデルにおける対応する t 検定を用いた比抵抗信頼区間推定について, 地球電磁気・地球惑星圏学会, R003-05.

岡田知己・平原聡・木村洲徳・宮澤理稔・西村卓也・平松良浩，2025, 石川県珠洲市高屋地区における地震観測：観測成果と2025年4月報告会, 第44回日本自然災害学会学術講演会, A-7-5.

高木涼太・吉田圭佑・岡田知己・福島駿・宮澤理稔・前田拓人・平野史朗・石瀬素子・椎名高裕・平松良浩, 2025, 地震計ノードを用いた高密度観測に基づく2024年能登半島地震陸域震源域の詳細なS波速度構造, 日本地球惑星科学連合2025年大会

（9）令和 7 年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

引き続き，東北地方をはじめとした内陸地震の観測研究や関係した実験を進める。
双葉断層北部においてDASと地震計ノードを併用した高密度地震観測を実施する。これによって、断層周辺の浅部地下構造の高精度把握を行う。内陸域で発生した群発地震活動について、高精度地震カタログを用いた詳細な時空間発展の解析を行い、その発生過程と移動特性を明らかにすることで、群発地震活動を駆動する物理過程に関する理解を深める。北上低地西縁断層帯南部における重力探査と地下地質構造の研究においては，2025年度の成果をさらに高精度化すると共に，重力異常の平面分布から，中新世の正断層構造を含む北上低地断層帯周辺の地下地質構造の空間的連続性について検討する。重力異常のデータが不足している地域については，追加測定を実施する。ブーゲー重力異常のフィルタリング手法についても検討する。福島県浜通り地震周辺での比抵抗構造探査の為の観測を展開し、震源滑りの本震すべりと余効すべり、それぞれの分布と比抵抗分布との対応を調査研究する。北海道東部火山地域の応力場の推定と地震活動の評価を行う。日本全域で，通常地震と低周波地震のエネルギー放射特性を網羅的に調べる。
上部地殻や沈み込み帯プレート境界の岩石の強度と組織発達における流体の効果を明らかにする。防災科学技術研究所と共同で、中―高速すべり時のSTFの挙動を調べる。
中部日本における変形過程（歪集中帯と山脈形成過程）のモデル化を実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

岡田知己, 矢部康男, 市來雅啓, 太田雄策, 内田直希, 高木涼太, 吉田圭佑, 中原恒, 武藤潤, 三浦哲, 日野亮太

他機関との共同研究の有無：有

岡田真介（岩手大学）, 芝崎文一郎（建築研究所）, 土屋範芳（八戸高等専門学校）, 福島洋（東北大学災害科学国際研究所）, 蛯名裕一（東北大学災害科学国際研究所）, 大園真子（北海道大学）, 勝俣啓（北海道大学）, 寺川寿子（名古屋大学）, 宮澤理稔（京都大学防災研究所）, 松島健（九州大学）, 八木原寛（鹿児島大学）, 坂中伸也（秋田大学）, 内田直希（東京大学地震研究所）, 加藤愛太郎（東京大学地震研究所）, 臼井嘉也（東京大学地震研究所）, 岡崎啓史（広島大学）, 田上綾香（産業総合技術研究所・東北大学）, 北村真奈美（産業総合技術研究所）, 朝比奈大輔（産業総合技術研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：岡田知己
所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

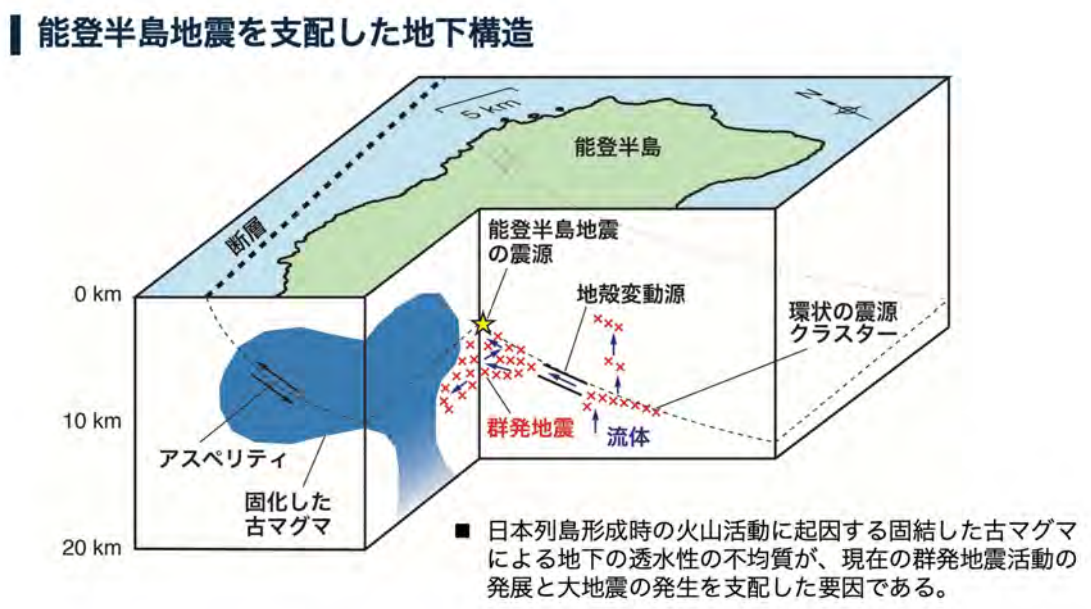


図１. 高密度地震観測に基づく高分解能地下構造イメージングにより明らかになった能登半島下の地下構造と2024年能登半島地震および先行した群発地震の関係（Takagi et al. 2025）

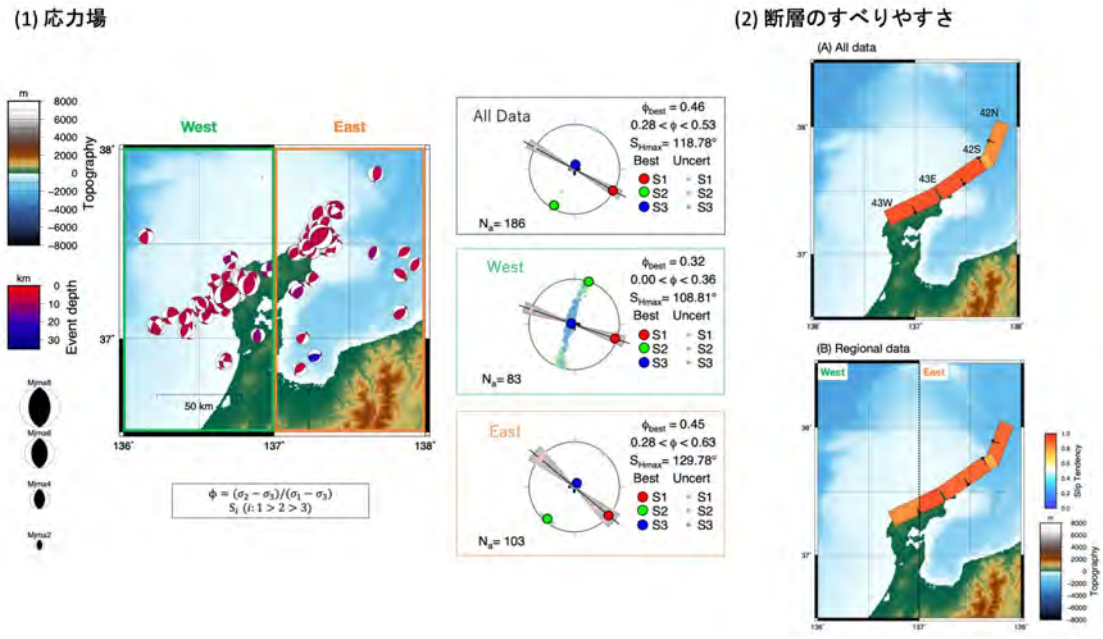


図２. 能登半島地震地域のメカニズム解の分布（2024年より前）と推定した応力場（Tagami et al., 2025)。応力場の解では赤が最大主応力、緑が中間主応力、青が最小主応力を示す。
右図：応力場(1)に対する断層面のすべりやすさ（Slip Tendency）。断層のすべりやすさは赤ほどすべりやすく、青ほどすべりにくい状態を示す。

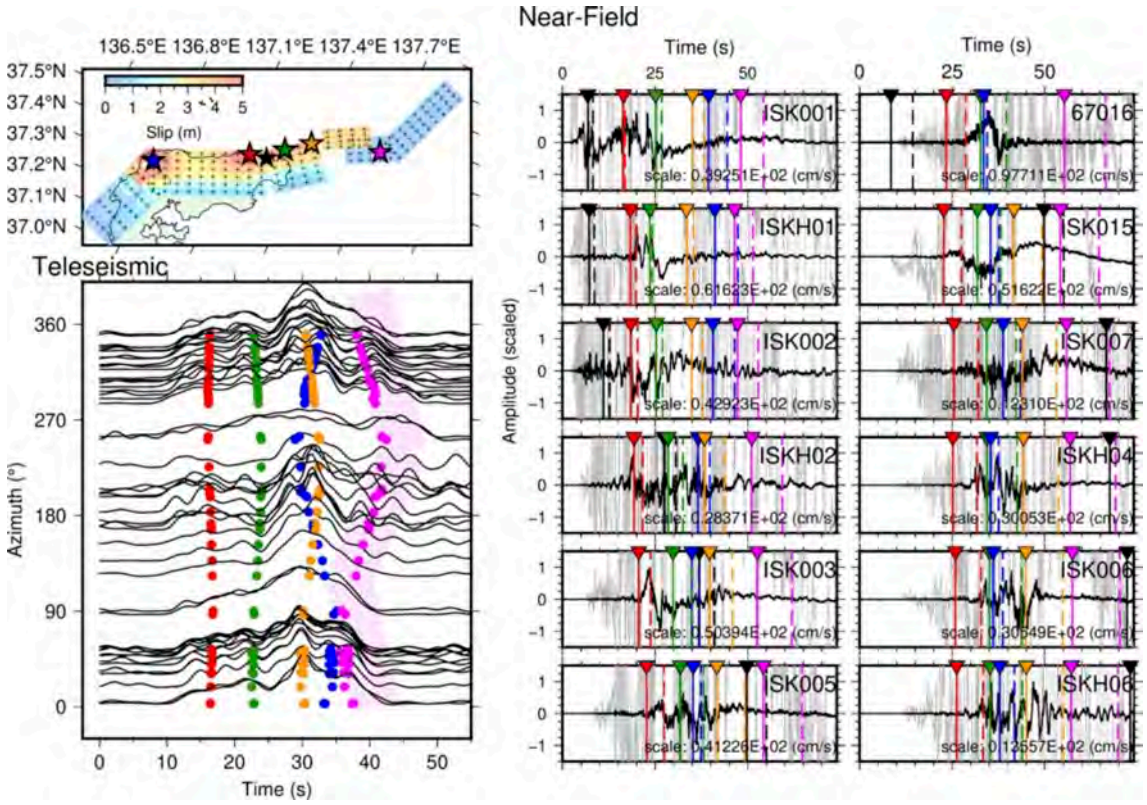


図3. 2024能登半島地震の破壊過程の 5つのソースによるモデル化 (Yoshida and Yamada, 2026)
左上：ソースの位置星印で表す。背景の矩形と色は Yamada et al. (2025)による断層モデルと滑り分布を表す。左下：遠地波形に基づく震源時間関数と 5つのソースの関係。右：近地の強震動記録 (積分により得た速度記録)。

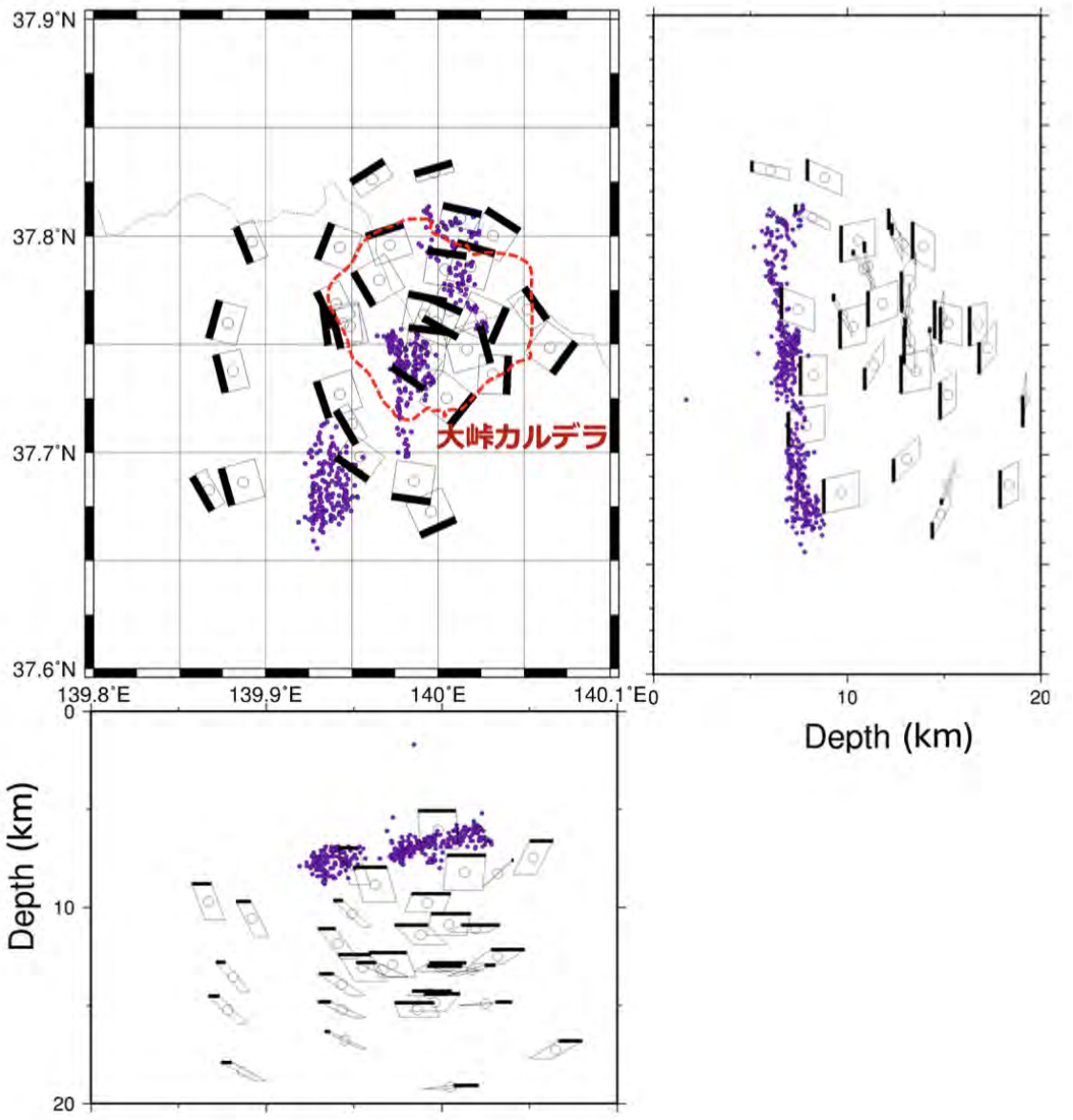


図４. 推定した反射面の空間分布と使用した震源の分布（鈴木・他，2026)
反射面は浅い方の辺が太くなるようにしている。赤線は 大峠カルデラの概形を示す。

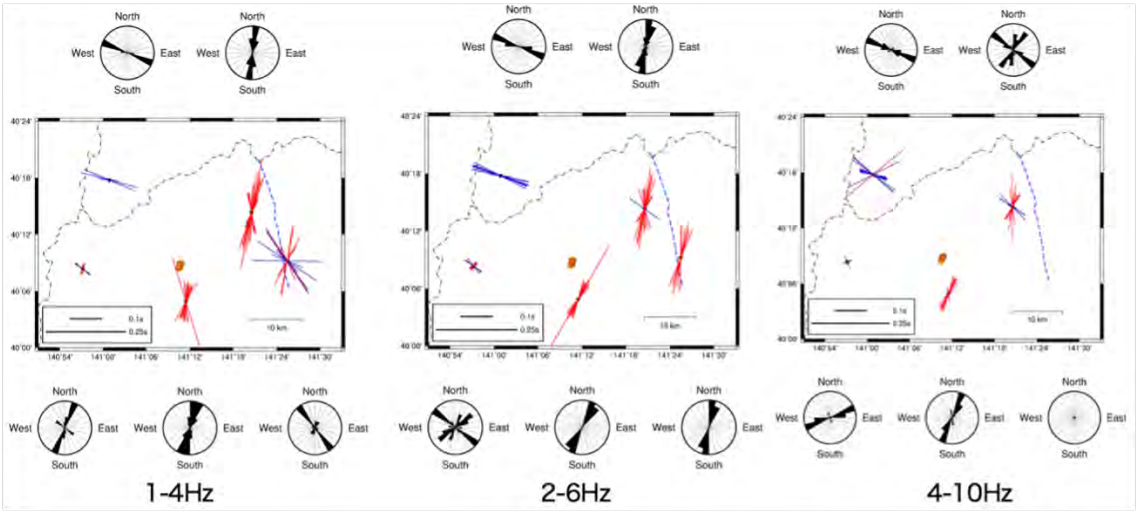


図５. 岩手県北部のS波スプリッティング解析の結果（藤村・他，2026）
(a)1-4 Hz (b)2_6 Hz (c)4-10 Hz のバンドパスフィルタを用いて得られた岩手県北部・折爪断層近傍の異方性と観測点毎の頻度分布. シンボルの色は SHmax 方向との差[°]を示す.

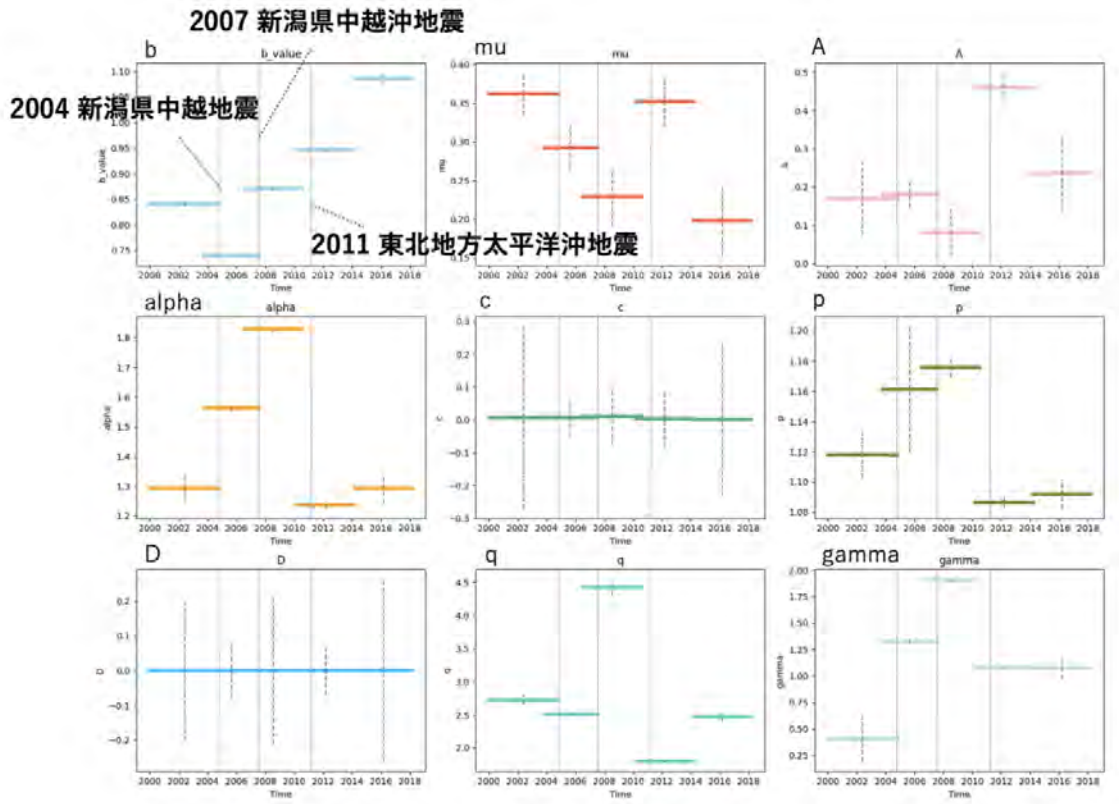


図６. 新潟県中越地震および新潟県中越沖地震両地震震源域を含む領域におけるETAS パラメータの時間変化（内田晴海・他，2026）

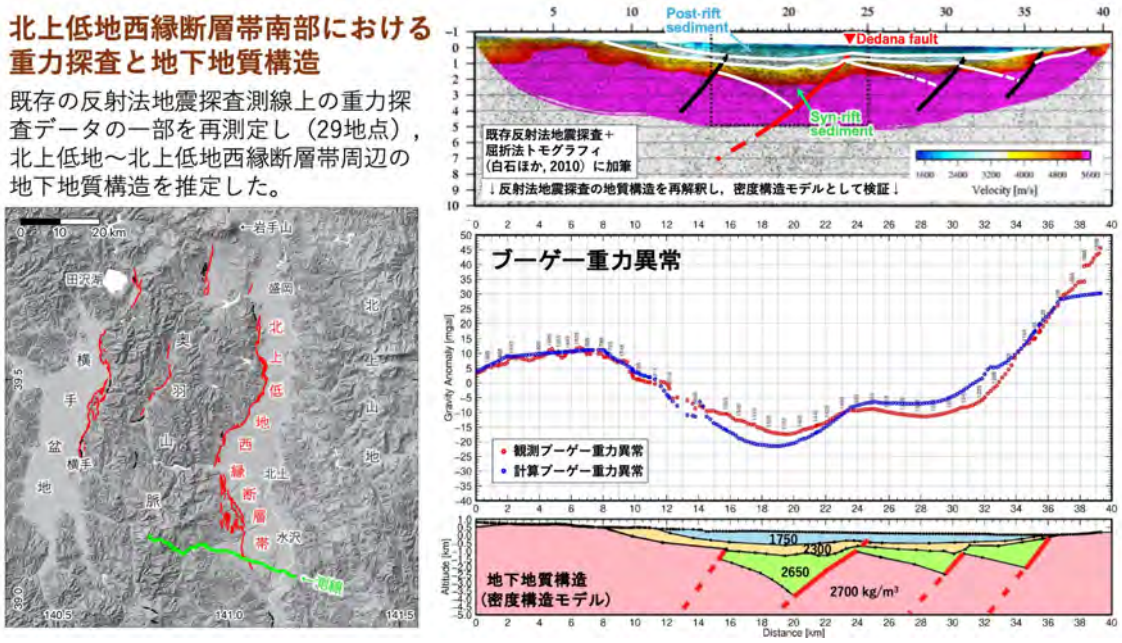


図 7 . 北上低地西縁断層帯南部における重力探査と地下地質構造（岡田真介）
北上低地帯南部の地下には，中新世の日本海拡大時の正断層とそれを埋めた堆積物を示す地質構造が複数残っていることが知られている（例えば Kato et al., 2006 など）。
本研究では，重力探査データの一部を再測定し，地下地質構造をTalwani法により推定し，重力異常からも地下に残存する正断層構造と北上低地西縁断層帯の関係が明らかにした。
北上低地断層帯南部では，インバージョンテクトニクスによる地質構造が顕著であり，残存する正断層構造の連続性は，現在の逆断層運動のセグメントとも密接に関連している可能性があるため，正断層構造を含む地下地質構造の連続性が重要である。

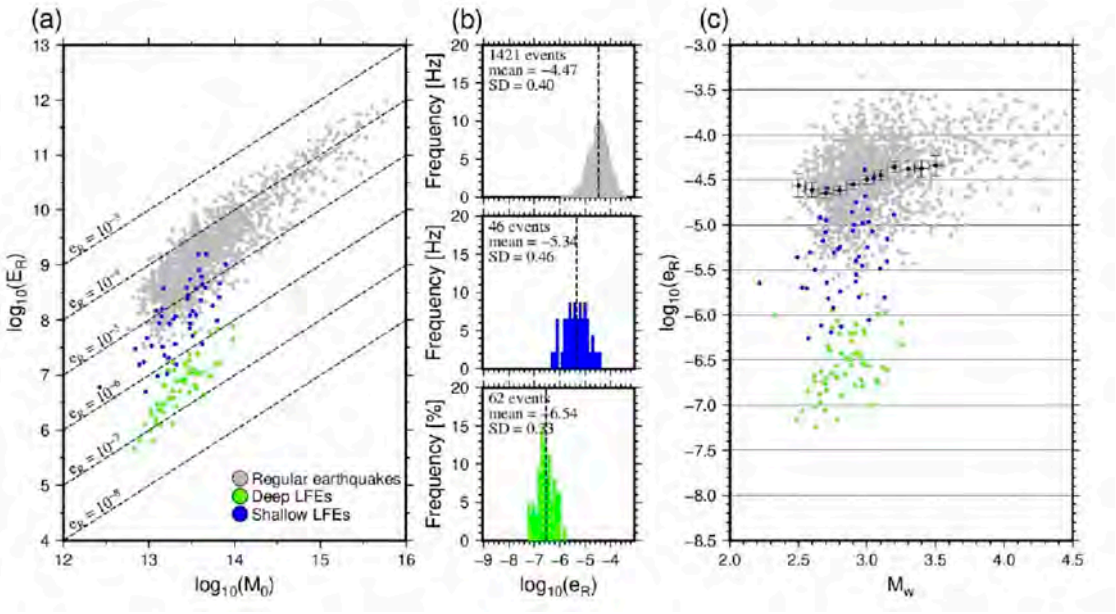


図 8 . 通常地震 (灰)、浅部低周波地震 (青)、深部低周波地震 (緑)の放射エネルギーと地震モーメントの関係（Orimo et al., 2026)
(a) 放射エネルギーと地震モーメントの関係。(b) Scaled energy (単位地震モーメント辺りでの放射エネルギー)の頻度分布。(c) Mwと Scaled energyの関係。

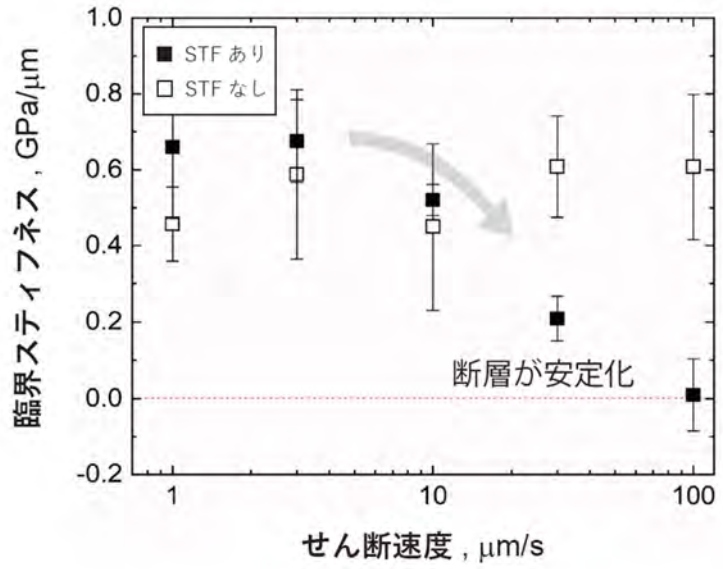


図９．せん断増粘流体(STF)を付加した石英ガウジ層(黒四角)と付加していない石英ガウジ層(白四角)の臨界スティフネスのせん断速度依存性 (Wang et al., 2025)。
Wang et al. (2025)に加筆。

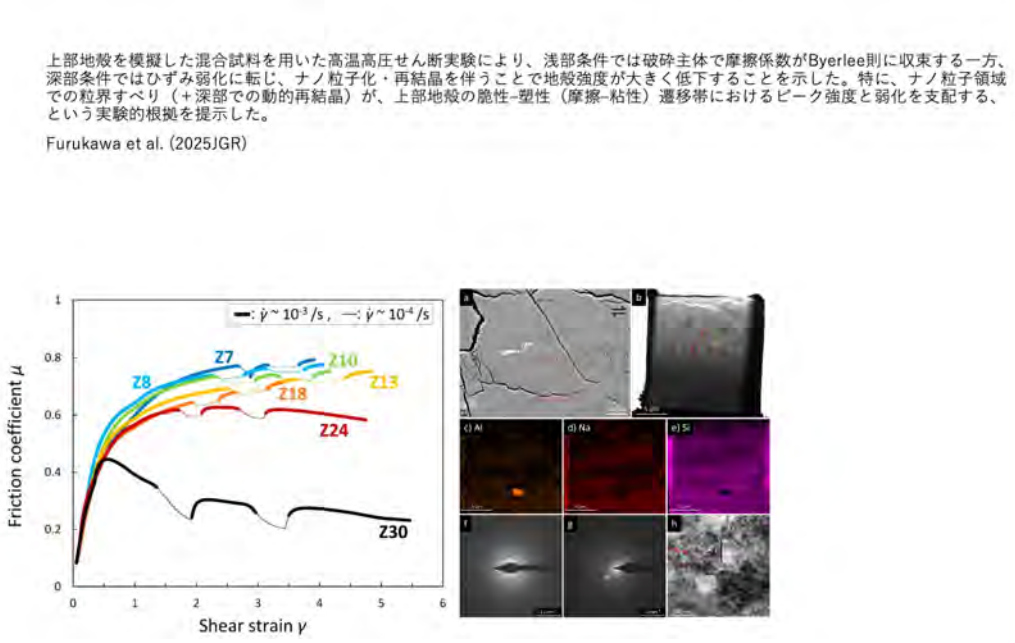


図10.　　せん断ひずみ γ と摩擦係数 μ の関係（Furukawa et al., 2025）
（左、Furukawa et al. (2025JGR) Fig. 13）
せん断ひずみ γ と摩擦係数 μ の関係
せん断ひずみ γ と摩擦係数 μ の関係を示す。摩擦係数 μ は、せん断応力と拘束圧（平均値）から算出した。データは、せん断応力–せん断ひずみ曲線（Fig. 2）と同様に、移動平均（窓幅 30）で平滑化した。太線はせん断ひずみ速度 ≈10　 s　 、細線は ≈10　 　 s　 を表す。色分けは、青：Z7（7kmに相当する温度圧力条件、以下同様）、薄青：Z8、薄緑：Z10、黄：Z13、橙：Z18、赤：Z24、黒：Z30

（右、、Furukawa et al. (2025JGR) Fig. 10、試料 Z30（900˚C, 870 MPa）の微細～ナノ組織を示す。（a）FIB（集束イオンビーム）による薄片作製位置周辺のSEM-BSE像。矩形がFIB薄片の作製位置で、矢印はせん断方向を示す。（b）FIB薄片のTEM全体像（視認性向上のため明るさを調整）。円は（f）（g）の回折パターン取得位置、矩形は（h）の拡大領域。（c–e）EDSマップ：Al（c）、Na（d）、Si（e）。（f）（g）それぞれアルバイト領域（f）と石英領域（g）の回折パターンで、いずれも多結晶性を示唆する。（h）（b）で示した領域の明視野TEM像。粒子内に結晶欠陥が観察される（赤矢印）。

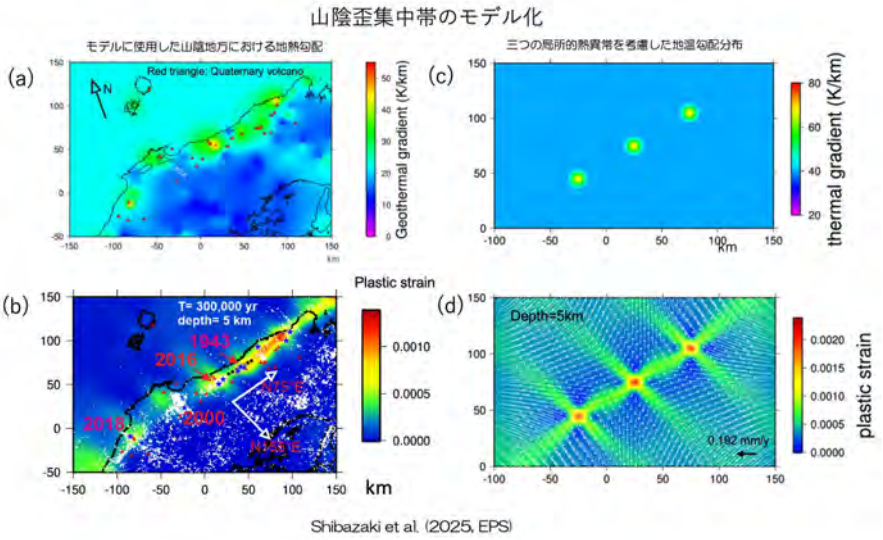


図11. 地温勾配を考慮した山陰ひずみ集中帯のモデル（Shibazaki et al., 2025)
(a) モデルに使用した山陰地方における地温勾配。第四紀火山からなる火山フロントに沿って地温勾配が大きい。(b)変形のシミュレーションの結果。火山フロントに沿った高地温勾配域内に剪断帯が形成される。累積せん断ひずみが小さい場合、局所的高地温勾配域においてSSZ走向に対して斜め方向に小規模断層帯が生成される。 (c)三つの局所的熱異常を考慮した地温勾配分布。(d) 変形のシミュレーション結果。局所的な高地温勾配域周辺に共役断層が形成される。

令和７年度年次報告

課題番号：THK_12

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）民間GNSS観測点及び臨時GNSS観測による超稠密地殻変動モニタリング技術の高度化
（英文）Advancement of dense crustal deformation monitoring using private sector GNSS network and campaign GNSS observations

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

地殻変動場を高い時空間分解能で把握することは、地震時の断層モデルの高度化や、地震後の余効変動、地震間のひずみ蓄積過程、さらには火山におけるマグマ供給系や熱水系における物質移動を理解する上で重要である。日本においては、観測点間隔が20～25kmのGNSS連続観測網（GEONET）が国土地理院によって展開され、多くの地震、火山噴火現象の理解に貢献してきた。一方で、M7前後の内陸地震や火山活動にともなう地殻変動の把握の観点からは、この観測点間隔は十分ではない。そのため、GEONETではその空間解像度が十分ではない領域を対象として、大学等による独自のGNSS観測がこれまでにも行われ、地震後の余効すべりの時間発展や、2011年東北地方太平洋沖地震後の大規模な余効変動による地殻応答の不均質性の検出など、多くの成果が得られてきた。
近年、自動運転やドローンなどの技術発展が著しい。これら技術の根幹となるナビゲーション技術はGNSSがその基盤であり、従来のメートル精度の測位に加え、搬送波位相を用いたセンチメートル精度のリアルタイムでの位置情報取得が普遍的に利用できる状況が整いつつある。この中でも、ソフトバンク株式会社 (以下、ソフトバンク)では、3300点を超える独自基準点を2019年11月より稼働させている。Ohta and Ohzono (2022) は、それら稠密観測網が地殻変動観測用途に活用できるかについて、定量的な検証を初めて行い、GEONETと遜色ない精度で地震時地殻変動や地震間地殻変動を把握できることを示した。その後、東北大学が中心となって、地震や火山噴火だけでなく、より幅広い地球科学分野での同観測網の利活用を目指した「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」が設立され、データの利活用が本格的に可能になる準備が整いつつあり、例えばNishimura et al. (2023) は同コンソのデータを活用し、能登半島で発生している群発地震とそれにともなう非定常地殻変動のモデル化を高い精度で実現している。一方で、3300点を超える観測点の網羅的な精度検証や、それらデータを活用した地殻変動モニタリング手法の確立は途上である。
また、これまで上で述べたように、これまでにも全国の大学・研究機関が連携することによって、内陸地震の発生時等、GEONETを補完する稠密キャンペーンGNSS臨時観測網を展開することで、地殻変動監視能力を向上させてきた。一方で、こうした民間GNSS観測点を活用したとしても、数kmスケール以下の微細な地殻変動にはその空間分解能が不足し、研究を目的とした独自のGNSS観測はいまだ重要である。またこれまで、全国連携の枠組みで実施した臨時観測等を通じて、GNSS観測技術の伝承が

行われ、多機関間の大学院生や若手研究者、技術職員の学術的、技術的交流の場として機能してきた。これらを踏まえ、本研究は、民間GNSS観測点および臨時GNSS観測網を併用した超稠密観測により、これまでにない地殻変動把握能力を獲得することをその研究目的とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

(1)ソフトバンク独自基準点の活用による地殻変動把握能力の向上
ソフトバンク独自基準点とGEONETを併用することによって、特に内陸活断層や火山地域等における微細な地殻変動把握能力の向上を目指す。ソフトバンク独自基準点は携帯基地局に併設されている。これを踏まえ、周辺のマルチパス等の影響を適切に考慮した解析技術の高度化を進める。また、GEONETと合わせると4600点を超える膨大な観測点のデータを日々解析し、日座標値を高い精度で得るためのシステム構築を行う。これらの結果にもとづき、ひずみ集中帯や火山地域を対象として、これまでに見いだされていない10kmスケール以下の地殻変動の検出を目指す。本項目については、2022年8月に東北大学が中心となって設立した「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」で提供されるデータを活用することで実施する。
R6年度：全国3300点のデータを用いた日々の座標値の解析を開始し、プロダクト化を実施する。また、生成プロダクトの品質評価を実施する。
R7～R10年度：GEONETを含めた日々の座標値に基づいて全国のひずみ場の抽出やそのモデル化を実施する。必要に応じて観測点を追加して、より高精細な地殻変動データを得る。
(2)臨時GNSS観測による地殻変動把握能力の向上とGNSS観測技術の伝承
GEONETとソフトバンク独自基準点網を活用したとしても、数kmスケール以下の地殻変動場を正確に把握することは難しい。また、火山周辺域においては、いずれの既存観測網もその観測点密度が低い。こうした点を踏まえ、既存観測点を補完する臨時GNSS観測を1年に1回程度の頻度で実施する。観測対象地域はこれまでに合同観測の実績がある地域を中心として、年毎に異なる場所での観測を実施する。同観測は全国連携の枠組みで行い、特に大学院生や若手研究者の参加を念頭におく。これによって、GNSS観測技術の伝承を進める。同観測の実施中には他の測地観測技術等についての講習会等も実施し、人材育成にも貢献する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
ソフトバンク株式会社が運用する全国規模の独自GNSS基準点ネットワーク（3,300点超、以下SB点）について、GNSS連続観測システムGEONETと比較し、地殻変動モニタリングに対する適用可能性を評価するため、日座標時系列の品質を検討した。精密単独測位法を用いて日座標値を推定し、2019年11月から2023年12月までの期間のデータを評価に使用した。SB点における人為的な保守オフセット等を自動的に判別するスキームを構築した上で、それらオフセットを補正した。その結果、GEONETと比較した場合に短期的なばらつきは両ネットワークでほぼ同等であり、ヒストグラムの最頻値は水平1.0～1.5 mm、鉛直4.5～5.0 mmであった。両ネットワークとも、夏季に散らばりが増加し、真冬にも弱い増加が見られた。
これら得られた日座標時系列に基づき、日本全国の地震間ひずみ速度場を推定した。その結果、新潟―神戸歪集中帯のより細かい描像が明らかになるなど、観測点の増大に伴ってこれまで見えなかったひずみ速度場を明らかにすることに成功した。

臨時GNSS観測による地殻変動把握能力の向上とGNSS観測技術の伝承では、全国の大学および研究機関の連携によって、静岡県伊東市周辺をその観測対象としたGNSS合同観測を9月8-12日の日程で実施し、学生・職員を含め全体で35名を超える参加者があった。同観測を通じて、特に学生に対する教育効果の最大化を図った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
ソフトバンク独自基準点の精度評価を行った上で、その地殻変動の把握能力を定量的に示しつつあることは、「6(1)イ観測・解析技術の開発」において要請されている「大学は、民間GNSS観測点及び臨時GNSS観測網を併用した超稠密観測により、地殻変動把握能力を大幅に向上させる。」という部分に

直結する成果である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ohtate M., Y. Ohta, Y. Mitsui (2025), Significant afterslip contribution to postseismic deformation on Sado Island following the 2024 Noto Peninsula Earthquake: Insights from two dense GNSS observation networks, Earth Planets Space, 77, 74, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02203-y, 査読有, 謝辞有

太田雄策 (2025), ソフトバンク独自基準点データを用いた超高密度地殻変動観測, 地震ジャーナル, 80, 57-61, 査読無, 謝辞無

Yamada T. and Y. Ohta (2026), Simultaneous estimation of slip distribution and correlation length using Bayesian optimization and the impact of inhomogeneous observation network distribution, Volume 244, Issue 3, ggaf525, https://doi.org/10.1093/gji/ggaf525, 査読有, 謝辞有

Ohta Y., and M. Ohtate (2026), Quality assessment of daily GNSS coordinate time series from the SoftBank proprietary reference network, Earth Planets Space 78 (19), https://doi.org/10.1186/s40623-025-02354-y, 査読有, 謝辞有

Ohzono M., H. Takahashi, Y. Ohta, K. Ohno (2025), Transient inflation event at Kussharo caldera, eastern Hokkaido, Japan in 2021–2023 captured by multiple GNSS observation networks. Earth Planets Space 77, 41, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02173-1, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

太田雄策, ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアムの運用と現状の到達点, JpGU 2025, MTT37-01

大舘 未来, 太田雄策, ソフトバンク独自基準点時系列に含まれる保守等に起因する変位ステップの補正手法の提案, JpGU 2025, MTT37-P01

伊藤 嘉秋, 太田雄策, MHM法によるGNSSマルチパスノイズ低減手法の最適化, JpGU 2025, MTT37-11

太田雄策 , 大舘未来, ソフトバンク独自基準点におけるGNSS 日座標時系列の品質評価, 日本測地学会第114回講演会

伊藤嘉秋, 太田雄策, MSS-MHM 法によるGNSS マルチパスノイズ低減手法の高度化, 日本測地学会第114回講演会

大舘未来 , 太田雄策 , 大園真子 , 高橋浩晃, 超稠密 GNSS 観測網から得られる日本列島の地殻ひずみ速度分布の不確実性の評価, 日本測地学会第114回講演会

伊藤嘉秋 , 太田雄策, 搬送波位相残差マップに基づくRINEX観測ファイルに対するGNSSマルチパスノイズ低減手法, GPS/GNSSシンポジウム2025

Yusaku Ohta, Leveraging Ultra-Dense GNSS Networks for High-Resolution Crustal Deformation Monitoring in Japan, AGU 2025

Miku Ohtate , Yusaku Ohta, Mako Ohzono, Hiroaki Takahashi, Fine-Scale Interseismic Strain Rate Fields in Japan from an Ultra-Dense GNSS Network, AGU 2025

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

ソフトバンク独自基準点(以下、SB点)の活用による地殻変動把握能力の向上に関する研究および、臨時GNSS観測による地殻変動把握能力の向上とGNSS観測技術の伝承を継続して実施する。具体的にはSB点を含む超稠密GNSS観測網における１日以下の時定数の精度向上に係る技術開発を実施する。また、全国連携によるGNSS合同観測を継続し、技術の継承や人材育成に貢献する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

太田雄策（東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター）
他機関との共同研究の有無：有
大園真子（北海道大学大学院理学研究院）, 青木陽介（東京大学地震研究所）, 西村卓也（京都大学防災研究所）, 伊藤武男（名古屋大学大学院環境学研究科）, 福島 洋（東北大学災害科学国際研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
電話：
e-mail：yusaku.ohta.d2@tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：太田雄策
所属：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

令和７年度年次報告

課題番号：THK_13

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山観測１次データの調査・集約と共有

（英文）Survey, compilation, and sharing of volcano observation data

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

２地震・火山噴火の予測のための研究

(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(5) 大規模火山噴火

(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

近年、大学・気象庁・防災科学技術研究所等の定常火山観測網の火山観測データは、リアルタイムに流通が行われ、JVDNでの公開が行われるようになった。しかしながら、機関間での協定が締結された2011年以前のデータについては一元的な集約は行われておらず、特にこれまでの噴火予知計画において各大学が整備した定常観測点の観測記録については、その管理・保存が大学毎に行われており、データの継続的な保存・共有にやや難がある状況である。一方で、火山活動推移を現在の知見で再検討するにあたり、過去の火山活動活発時期の観測データは重要な情報源であるため、各大学で個別に保存している観測１次データの調査・集約と共有が今後の火山研究の推進のために必要であると考えられる。

そこで本研究課題では、各大学で保存されている火山観測１次データ（主に地震・測地の地球物理学的データ）の現状調査とその集約・共有を行い、将来的なJVDNでの公開とそれを基にした共同研究の活性化を目指すことを第一の目標とする。また、集約した中長期的な火山観測データを活動推移モデルの高度化に活用するために、地震観測データについてMatched filter法や機械学習による検測あるいは地震波干渉法を用いた刻時補正などを試み、火山活動指数 VUI (Volcanic Unrest Index) の検討に必要な中長期的に一貫した基準での火山性地震活動の把握などを進めることを第二の目標とする。

（6）本課題の５か年計画の概要：

この研究課題は、重点項目の一つである「２（３）火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行」を進めていくための基礎データの整備という位置付けである。過去の火山活動時のデータや集中観測のデータ等を整理し、中長期的な火山活動推移の定量的な評価等に活用していくために、以下の年次計画に沿って実施するとともに、研究課題内での成果や観測・解析手法についての

情報交換を随時実施し、各機関で連携して計画を推進する。また、研究計画項目１（４）、２（３）、５（５）、５（６）等に資する成果については、それらの研究課題が開催する研究集会等に積極的に参加し、情報共有を図る。

令和６年度においては、主に東北地方の火山について、過去データの整理・集約を進めるとともに、地震波干渉法による観測点網内での刻時補正等の手法を検討する。令和７年度においては、集約したデータの解析を進め、火山性地震活動等の火山活動指数VUIの高度化に資する基礎データを蓄積する。また、関係機関でのデータ保存状況等の調査を進める。令和８年度においては、集約したデータ及びそのメタデータの共有についてJVDN等との連携を検討・調整するとともに、引き続きデータ集約・再解析を進める。令和９年度においては、データ集約を引き続き行うとともに、集約した定常観測点のデータ及び集中観測等の観測データの再解析手法の検討及びその適用を進める。令和10年度においては、集約したデータの共有・公開を進めるとともに、火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行に資する情報の取りまとめを行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和７年度は、計画通りに東北地方の火山を主な対象とした過去データの整理・集約を進めるとともに、その解析を進めた。

東北大学の火山観測網の連続地震波形データは、1995年から1998年の期間は独自のフォーマット、1998年以降はWINフォーマットを用いて収録・保管が行われてきた。これらのデータは５インチMOやEXABYTE, DDS, CD-Rなど多様な記録媒体に保存されている。令和7年度は、これまでに読み出しを完了していた連続地震波形データに加えて、５インチMO, DDSに保存されていた坑井式傾斜計・ひずみ計のデータとそのメタデータについての読み出しと整理を引き続き進めた。また、過去の地震検測データ等についても同様にDDSからの読み出しと整理を行った。

また、読み出した連続地震波形データに地震波干渉法解析を適用して1998年活動活発化時の岩手山山体周辺の地震波速度変化について再検討し、2024年以降の解析結果との比較検討を行った。その結果、1998年活発化時に見られた地震波速度変化は、1998年9月に発生した岩手県内陸北部地震 (M6.1) の影響が支配的であり、マグマの貫入や熱水活動による速度変化は年周変動と同程度かそれ以下であることなどが明らかになった。また、読み出した地殻変動データの再解析も進め、数百秒スケールでの体積ひずみの変化と長周期地震の同期発生など、岩手山の流体供給系の理解に重要な現象が存在することを明らかにした。これらの過去データの集約と解析結果は、現在進行している岩手山の火山活動推移の理解を進めることに活用することができた。

さらに、東北大学以外の大学における過去データの保存状況等についての情報収集なども進めた。その結果、過去データの保存は行っていない機関や、保存はしているもののそのメディアを読み出す環境がない機関など、過去データの保存状態は様々であり、今後それらのデータを整理・集約していく上での課題点が明らかになった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究課題は、重点項目の一つである「２（３）火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行」を進めていくための基礎データの整備という位置付けであり、過去の火山活動時のデータや集中観測のデータ等の整理を行い、中長期的な火山活動推移の定量的な評価等に活用していくことを目的としている。今年度は、昨年度に引き続き東北大学で保管していた火山観測データの整理を進めることで、岩手山で現在見られている火山活動の理解にも資する情報を得ることができた。今後も引き続き過去の火山活動時のデータの整理を進め、そのデータを活用する手法について検討することで、火山活動の評価と予測に貢献できると考えている。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

山本 希, 2025, 岩手山における長周期地震とその火山活動推移における位置付け, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P06

山本 希, 2025, 岩手山の火山活動と流体供給系, 第81回INS岩手山火山防災検討会・第48回INS地盤と防災研究

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和８年度は、東北大学ほかで保管していたデータの解析を進め、火山活動推移の把握に必要な基礎データを蓄積する。また、関係機関でのデータ保存状況等の調査も引き続き進める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山本　希（東北大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
青山　裕（北海道大学大学院理学研究院）, 大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）, 中道治久（京都大学防災研究所）, 上田英樹（防災科学技術研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：山本　希
所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

令和７年度年次報告

課題番号：TIT_01

（1）実施機関名：

東京科学大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）水蒸気噴火を起こし得る火山活動不安定における観測データ理解の深化
（英文）Improving interpretation of observational data on volcanic unrests potentially causing phreatic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

（5）本課題の５か年の到達目標：

小規模な水蒸気噴火による人的被害を低減するためには、観測に基づき噴火発生予測だけでなく、不意に噴火した場合の危険性を領域別に事前評価しておくことが重要である。しかし、噴火予測の空振りや過剰な防災対応は、特に観光地化された火山では経済的損失を生む懸念がある。活動不安定（unrest）や噴火危険をより適切に評価するためには、地下浅部熱水の物理・化学状態の変化が、どの観測データにいかに現れるのかを理解する必要がある。そのための基礎的情報として、地下構造の理解は必須である。また、火山ガスや火口湖から得られる地球化学的知見は、熱水貯留域の温度・圧力、マグマガス関与を評価するための重要な手掛かりとなる。そして、噴火による人的被害を左右するのは、噴火地点と観光地との距離である。火口外で噴火が発生するリスクがあるならば、それを事前評価する必要がある。

本課題では、草津白根山において実施する地球物理学的な多項目観測に基づき、熱水貯留域の位置、流体上昇経路を把握することを目標とする。また、地球化学的観測に基づき、流体貯留域の物理・化学状態の時間変動を捉えることを試みる。さらに、熱水流動シミュレーションで観測データの再現を試みるほか、逆に、観測されたデータから地下浅部状態を理解することを目指す。このほか、側噴火危険度を評価するための土壌ガス観測を草津白根山等で行い、地下浅部透水構造を明らかにすることを目標とする

一方で、箱根火山は年間1300万人以上の観光客が訪れる観光地として有名である。噴火口である大涌谷には多数の観光客が常時滞在するが，2015年に水蒸気噴火が発生するなど活発な火山である点で、草津白根山に類似する。本課題では、従来の地球物理観測の継続および解析をすすめるほか、火山ガス観測の高時間分解能での観測システム、および、信頼性向上のための気象補正の仕組みを構築する。得られた結果を地球物理学的観測結果と比較・検討することで、観測データの統一的理解を進め、火山防災に貢献することを目標とする。

研究成果を広く共有するため、地域住民および複数火山もテーマとする公開シンポジウムを開催する。その際、高リスク小規模火山噴火総合研究グループに参画する他課題と共同して課題間連携を深めることを目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

（草津白根山）

同火山に展開されている地震、地殻変動、全磁力、および火口湖観測装置からなる多項目火山観測網を維持し、得られたデータから震源、地殻変動源、熱消帯磁源の位置を逐次把握する。変動が認められた場合には、地表からの物質放出量と地下体積膨張・収縮量、地表面放熱量と地下浅部蓄熱・冷

却熱量を計算する。
噴気ガスおよび火口湖水を定期的に採取し、その組成や同位体を分析する。活発時にはドローンを用いた遠隔試料水採取やガス観測を機動的に実施する体制を構築する。また、航空機を用いた地表塩温度分布測定を研究期間において1-2回実施する。以上により、物質科学的観点から地下の温度、圧力、および深部流体の関与に制約を与える。
熱水流動シミュレーションを実施する。上記の多項目観測から得られた物理、化学的知見を満足する地下熱水モデルを構築することで、観測データに現れる様々な変化が起きる背景を理解し、最終的には事象系統図として表現することを目指す。
側噴火発生危険度マップの作製を目標として，火口周辺の山体において地中ガスの希ガス同位体を測定するほか、土壌拡散水銀等の放出率をマッピングすることで、火山浅部透水性の大小を議論する。
（箱根山）
噴火警戒レベルでは、火山活動評価指標として地震回数や地殻変動などの地球物理学的観測が主に用いられている。これら指標に、浅部熱水系の物理・化学条件を反映する地球化学的観測を加えることが有効と思われるが、両観測の時系列的比較は実現していない。その理由として、現地調査が必要な地球化学的観測は時間解像度が低いこと、活発化時に立入りできないことが挙げられる。また、SO2放出率測定のように気象条件の制約を受ける観測では、併せて気象観測も実施する必要がある。地震観測についても課題があり、例えば信号が小さい、あるいは同時多発するイベントの詳細は不明である。地震検知や群発時のイベント分離のためのシステムが必要となる。
そこで本課題では、火山ガス組成（主としてCO2とH2S）を高時間分解能で自動観測するシステムの構築および安定運用、火山ガス（SO2）放出量測定の精度向上のための気象観測の手法の改善、機械学習を用いた地震検測技術を応用した地震活動の即時把握システムの構築を目指す。その上で、従来の、地震の機動観測、地殻変動観測・地下水データなどを継続し、地球物理学と化学的観測データを比較、検討することで静穏期も含めた活動の特徴を抽出する。
（その他）
高リスク小規模火山噴火総合研究グループの各課題が対象とする火山などを候補地として、持ち回りで一般向けシンポジウムを年1回程度実施する。本課題はシンポジウム全体の企画や調整を担う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

草津白根火山は2025年8月4日に噴火警戒レベルが2へ引き上げられた．同火山で継続してきた物理・化学的多項目観測によって地下深部からマグマガスの供給が増大し，それが火口直下の熱水貯留域に蓄積されつつ，一部が湯釜火口湖や噴気域から放出されたことを示した．同9月6日に観測された火山性微動を伴う傾斜変動を解析した結果，火口南側のごく浅部まで流体が上昇したことを示唆する力源モデルが構築された．この火口南側を含む領域においては，土壌拡散水銀ならびに地中ガス同位体分析を行った．この結果，同領域のみにおいて，マグマ起源を示唆する分析値を得た．今回の活発化に対応して，同年9月にドローンポートを年白根山に設置した．この結果，都内などの遠隔地から草津白根火山上空のドローンを遠隔操縦する仕組みが実現し，同12月まで昼夜を問わず数10回に渡りドローンを飛行させ，湯釜火口湖面の湖面変色の推移を定量化した．ドローンが送信してくる空撮映像を，気象庁等の他機関とリアルタイム共有する試験を実施した．

この他，深部からの流体供給率の増減に対する地表面放熱量の応答が，cap rockの有無で変化する様子を数値シミュレーションに基づいて検討した．また，草津温泉に関する歴史資料を調査し，約200年前に噴煙を上げる本白根山を描いた絵図の存在を確認したほか，白根山の過去200年にわたる噴煙活動の推移を検討した．2018年に発生した多数のLPイベントを解析し，その卓越周波数が時間変動していることを示した．

箱根火山において，火山ガス観測手法の高度化，および地震活動即時把握システムの構築を進めた．大涌谷では，SO2放出率の測定精度を高めるための風向風速観測手法の改善を試みた．これまで主に用いてきた気象庁GPV解析値に加えて，令和6年度から大涌谷周辺２か所に風向風速観測点を設置して1分値を計測している．令和7年度は，ドローンを用いた風向風速測定手法を開発した．3つの手法を比較したところ，現時点で互いに大きな矛盾のない結果が得られている．上湯場においては，火山ガス組成の連続観測システムの試験運用を令和6年度から継続している．令和7年度は機器障害が発生し，その原因が電気系統およびガス試料導入部にあることを確認した．いずれも対策を施すことで装置の信頼性が向上した．また，得られた観測値は検知管の値とも整合的していることを引き続き確認して

いる．地震活動の即時把握システムを構築するために，機械学習を用いた地震検出アルゴリズムの改良を行った．令和7年度は，雷や風雨によるノイズの影響を組み込んだ．

神奈川県温泉地学研究所を主体として，水蒸気噴火に関する国際シンポジウムを小田原市内において2日間にわたり開催した．国内外から研究者を招聘し，各課題担当者を含めて約60が参加した．さらに，同時通訳を付した市民向け公開講演会を実施し，約120名の一般市民が参加した．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

草津白根山においては，これまで維持してきた定常観測点および火山ガスや湖水などの化学的モニタリングデータ，地下構造調査に基づき，地下浅部における流体の移動・蓄積過程が具体的に議論され，それらは概念モデルとして書籍にまとめられた．2025年に捉えられた活発化は，このような概念モデルに基づいて解釈され，それらを気象庁や草津町と随時共有することで立入規制等の判断に活用された．また，令和7年度は火口の外側南斜面への流体上昇を示唆する地殻変動を初めてとらえた．土壌ガスからも，同領域にはマグマガスの上昇が示唆されており，これらの成果は立入規制を必要とする範囲を検討するための課題として今後重要になるだろう．草津白根山の活発化は2014年から継続している．同火山の噴煙活動は，江戸から明治時代にかけてほぼ常に継続していたことが令和7年度に検討した多数の歴史絵図から示唆された．これらの結果は，地域社会が草津白根山の利活用を検討する際の基礎資料となるだろう．また，現地を無人としてドローンを運用できるドローンポートは，活発期に関係者間で迅速かつ容易に共通認識を得るツールとしても極めて有効であり，今後，箱根などの他火山での運用試験を検討する．

箱根火山においては，過去に，地震・地殻変動に連動した火山ガスの変化が観測されてきた．本年度のガス観測方法および震源即時把握手法の改善により，火山の活動状況把握する時間分解能がさらに向上するだろう．年々向上する観測・解析体制は，随時，火山活発化指数(VUI)へフィードバックさせる．そのためのパラメータや計算方法の調整も進めている．このように，同火山における研究の進展，観測体制の改善はVUIのもとに常に統合され，社会とのコミュニケーションの改善に結びつけられている．

国際シンポジウムでは，現象の基礎研究ばかりでなく，海外における優れたリスクコミュニケーション手法や，大掛かりな集中的観測による現象理解が紹介された．海外との共同研究の推進は有効であり，その具体的な方向性を総合グループ全体でも議論してゆきたい．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Akihiko Terada, Tomoyoshi Kuwahara, 2025, Yugama Crater Lake: A Sensitive Window into the Magmatic–Hydrothermal System of Kusatsu-Shirane Volcano, Kusatsu-Shirane Volcano, In: Ohba T, Terada A (eds) Kusatsu-Shirane volcano, active volcanoes of the world, Springer Cham, 61-81, https://doi.org/10.1007/978-3-031-86137-6_4, 査読有, 謝辞有

Akihiko Terada, Hiroshi Aoyama, Taishi Yamada, Mare Yamamoto, 2025, Geophysical Observations of Kusatsu–Shirane Volcano: Conceptual Model of the Hydrothermal System as a Site of Phreatic Eruptions, Kusatsu-Shirane Volcano, In: Ohba T, Terada A (eds) Kusatsu-Shirane volcano, active volcanoes of the world, Springer Cham, 159-184, https://doi.org/10.1007/978-3-031-86137-6_8, 査読有, 謝辞有

Yasuo Matsunaga, Wataru Kanda, 2025, Magnetotelluric Imaging of the Magmatic–Hydrothermal System of Kusatsu–Shirane Volcano, Kusatsu-Shirane Volcano, In: Ohba T, Terada A (eds) Kusatsu-Shirane volcano, active volcanoes of the world, Springer Cham, 185-210, https://doi.org/10.1007/978-3-031-86137-6_9, 査読有, 謝辞有

Wataru Kanda, Takao Koyama, Yasuo Matsunaga, 2025, Geomagnetic Observations at Kusatsu-Shirane Volcano, Kusatsu-Shirane Volcano, In: Ohba T, Terada A (eds) Kusatsu-Shirane volcano, active volcanoes of the world, Springer Cham, 211-229, https://doi.org/10.1007/978-3-031-86137-6_10, 査読有, 謝辞有

Hirochika Sumino, 2025, Spatial and Temporal Variations in Noble Gas Isotopic Compositions of Fumaroles and Hot/Cold Spring Gases at Kusatsu-Shirane Volcano, Kusatsu-Shirane Volcano, In: Ohba T, Terada A (eds) Kusatsu-Shirane volcano, active volcanoes of the world, Springer Cham, 141-157, https://doi.org/10.1007/978-3-031-86137-6_7, 査読有, 謝辞有

Takeshi Ohba, Muga Yaguchi, 2025, Volcanic Activity Cycles of the Kusatsu-Shirane Volcano, Japan Revealed by the Geochemical Monitoring of Lake Water in the Yugama Crater and Adjacent Fumarolic Gases, Springer Cham, 41-59, https://doi.org/10.1007/978-3-031-86137-6_3, 査読有, 謝辞有

Akihiko Terada, Akiko Sekido, 2025, Reconstructing past volcanic plume activity of Kusatsu–Shirane volcano, Japan, using historical drawings of the Kusatsu spa area, Bull. Volcanology, 87, 104, https://doi.org/10.1007/s00445-025-01890-5, 査読有, 謝辞有

Sibaja-Brenes, José Pablo, Alfaro-Solís, Rosa, Martínez-Cruz, Maria, Godfrey, Ian, Terada, Akihiko, Rodríguez, Alejandro, Avard, Geoffroy and Alvarado-Induni, Guillermo E, 2025, Hyperacid lake monitoring from Poás Volcano, Costa Rica, using UAV (Unmanned Aerial Vehicle), Pure and Applied Chemistry, https://doi.org/10.1515/pac-2025-0427, 査読有, 謝辞無

寺田暁彦・田村正義, 2025, 草津町役場から遠隔操作可能な全自動ドローンを用いた草津白根火山の監視試験, 火山, 70, 103-109, https://doi.org/10.18940/kazan.70.2_10, 査読無, 謝辞有

Hiromasa Kawada, Wataru Kanda, Masahiro Ichiki, Hiroki Nagaike, Tatsuki Ishigo, 2025, Spatial extent and eruptive potential of hydrothermal system at Numanotaira Crater, Adatara Volcano, Japan, inferred from shallow resistivity structure and diffuse soil gas flux measurement, Earth, Planets and Space, 77, 144, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02294-7, 査読無, 謝辞無

Yaguchi Muga, Terada Akihiko, Ohba Takeshi, 2026, Can volcanic activation be identified from the geochemistry of surface discolored water in the active crater lake Yugama at Kusatsu-Shirane volcano, Japan? -Example from July 2025, J. Hot Spring Sci., 75, in press, 査読有, 謝辞有

Kurihara, R., Nagaoka, Y., Honda, R. et al., 2025, hallow volcanic earthquakes in the Owakudani geothermal area, Hakone volcano, Japan. Earth Planets Space 78, 17. https://doi.org/10.1186/s40623-025-02341-3, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Terada Akihiko, Yaguchi Muga, Ohba T, 2025, Quantitative evaluation of temporal changes in subaqueous hydrothermal activity in active crater lakes during unrest: Time-series analyses of lake chemistry, IAVCEI Scientific Assembly 2025, 6.8.4.

Kanda Wataru, Shunki Tamura, 2025, Examination of the causes of geomagnetic changes observed during periods of volcanic unrest based on numerical modeling, IAVCEI Scientific Assembly 2025, 2.4.42.

成田翔平・神田　径・寺田暁彦, 2025, ALOS-2干渉SAR解析による草津白根山の地盤変動場, 日本火山学会2025年秋季大会, P22.

森　亜津紗・寺田 暁彦, 草津白根山2018年活発期の火山性低周波地震の特徴：固有周波数の時間変化について, JPGU2025, SVC32-P12.

Kotaro Toyama, Yasushi Daita, Ryota Ninomiya, Ryo Kurihara, Kazuhiro Itadera, Takeshi Ohba, 2025, Continuous monitoring of the CO2/H2S ratio in volcanic gas at Hakone volcano,CCVG/IAVCEI The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, Sapporo Hokkaido, September 2025.

宮下雄次・安部祐希，2025，火山ガス放出率推定の高精度化に向けたUAVによる鉛直風向風速分布の測定，日本地球惑星科学連合2025年大会，千葉県千葉市, 2025年5月.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

草津白根火山において物理・化学的な多項目定常観測を継続するために，火口湖水温計やGNSS観測点の改修および高度化を進める．また，衛星SAR解析や稠密土壌ガス観測を行い，火口湖周辺の浅部構造の理解を進める．これまで構築してきた地下構造概念モデルを熱水流動シミュレーションに基づいて再検討し，活動活発化において発現する諸現象の背景を理解する．以上により，モニタリングデータに現れる変化の背景を解釈しながら，同火山の概念モデルを修正する．

箱根火山において，機械学習による地震検知能力を向上させるため，地震観測を継続する．また，気象要因による誤検出や震源誤差などについて，より精度の高い結果を得られるようアルゴリズムの改善を行う．大涌谷においても，風向風速測定を継続する．これにより，当地に最適化されたSO2観測手法の確立を進める．火山ガス連続観測装置は，これまでに明らかとなった課題に対応した新しい測定装置へ更新し，欠測を起こしにくい連続観測システムを確立する．

弥陀ヶ原火山を対象として，行政機関や一般市民を含めた水蒸気噴火に関するシンポジウムを開催し，リスク評価，正確かつ迅速な情報伝達，ならびに受け取った情報をどう活かすのかを，研究者と地域が一体となって議論する場を設ける．

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

寺田暁彦（東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター）, 行竹洋平（東京大学地震研究所）, 神田　径（東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター）, 成田翔平（東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

大場　武（東海大学理学部）, 角野浩史（東京大学先端科学技術研究センター）, 谷口無我（気象庁気象研究所）, 本多　亮（神奈川県温泉地学研究所）, 栗原　亮（神奈川県温泉地学研究所）, 安部祐希（神奈川県温泉地学研究所）, 外山浩太郎（神奈川県温泉地学研究所）, 萬年一剛（神奈川県温泉地学研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター 火山・地震研究部門
電話：03-5734-2515
e-mail：webmaster@ksvo.titech.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：寺田暁彦
所属：東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター 火山・地震研究部門

令和７年度年次報告

課題番号：TIT_02

（1）実施機関名：

東京科学大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）二酸化炭素放出率連続観測システムの開発
（英文）Development of a continuous observation system for measuring CO2 flux

（3）関連の深い建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

拡散放出CO2自動測定装置を複数用いて、安定的に面的観測を展開し、火山活動の評価に資する

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度においては、拡散放出CO2自動測定装置を製作する。
令和７年度においては、拡散放出CO2自動測定装置を製作し、面的観測のテストを行う
令和８年度においては、面的観測を国内の火山で実施する。
令和９年度においては、面的観測を連続観測を実施し、火山活動の評価を行う。
令和10年度においては、計画のまとめを行う。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

１．本研究の背景

マグマから放出される主要な揮発性成分のうち、CO2は最も高圧下で脱ガスし岩石や熱水との反応性に著しく乏しいため、脱ガスしたCO2は火山体の地表面から大気中に拡散放出される。従って、マグマが上昇し始めた場合に、visualには捉えられないCO2の拡散放出の上昇を検知できることが鍵となる。

本計画ではチャンバーメソッドをベースとして、長時間定点観測を行うための小型可搬式自動観測装置の開発と実装を行う。本年度は、昨年度の実装テストを踏まえて電力供給システムの改良と、長期間観測を行った。

２．電源ケーブルおよび測定系の改良

昨年度、DC-DCコンバーター 12V～3.7V 3A 降圧モジュール 電圧レギュレータにUSBの電源供給システムインターフェイスを基盤へナイロンコネクタを使う接続に改造し、実装試験を行ったが、今年度、測定部のカバーの一部を切り欠いて電源ケーブルの露出を減らして獣害対策を行った。さらに、昨年度問題になっていた、測定中のチャンバー内の湿度上昇に起因すると考えられる動作不良の対策として、測定系に耐水・防水樹脂を塗布した。水蒸気100%の劣悪環境を人工的に再現して数日間の連続耐久試験の結果、問題なく稼働し続けた。北海道大学の協力を得て、有珠山北屏風山付近にある地熱異常域において2024年8月初旬から連続観測の実装試験を行った。

３．観測結果

観測はチャンバーを閉めてから5分間測定し、測定終了後にチャンバーを開けて内部のガスを大気と入れ替えた後に30分後に再びチャンバーを閉める設定で実施した。観測は約３ヶ月間継続することができた。ある1日のうちの12時間分の観測結果を図１に示す。CO2放出速度は５分間比較的安定している場合もあるが、数十秒で変動する場合や、濃度上昇が停止することもある（図２）。これは、CO2の放出速度のパターンは一様ではなく短周期で変化する場合があること、放出が停止する場合があることを示しており、これらのことは定点で長期間の観測を行うことで明らかになった。また、5分間で達する最高濃度は一定ではなく、気温の時間変化・日変化、日射による地表面温度の変化、地球潮汐の可能性などがあり、今後の検討課題であるが、放出率の変動を議論する上ではこのような長周期の変動があることを踏まえておく必要があることが明確になった。

各測定における放出速度（ppm/s）は濃度上昇が直線になる時間帯を選び、最小二乗法によって求めた。明らかに放出速度が変化した場合には、それぞれの濃度上昇が直線になる時間帯を選び同様に求めた。１週間の放出速度（ppm/s）の時間変化を図3に示す。放出速度は２～12ppm/sと非常に変動が大きい。また、周期２～3日の放出速度の長周期変動があることがわかった。この周期がどのような現象に起因・リンクしているのかは今回の観測では明らかにはなっていないが、放出速度変化から火山活動の活発化を予測する場合、変動幅のみならず、このような長周期変動も踏まえて、変化を評価する必要があるため、非常に興味深い現象である。

昭和新山において、予備的に短時間の面的CO2放出速度観測を実施した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

観測研究基盤の開発・整備の観測・解析技術の開発は概ね達成できた。有珠山では2000年噴火の前、火山活動が活発化する以前にCO2放出速度の顕著な上昇が捉えられている。今後の有珠山噴火の前兆を捉えるために、CO２の連続観測および繰り返し測定は重要な役割を果たすと考えられる。また、次年度は大規模噴火が懸念されている桜島周辺での観測を実施する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和８年度については、多点観測を国内および海外の活動的火山において多点観測を実施する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

野上健治（東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター）

他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター
電話：0279-88-7715
e-mail：nogami.k.aa@m.titech.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：野上健治

所属：東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター

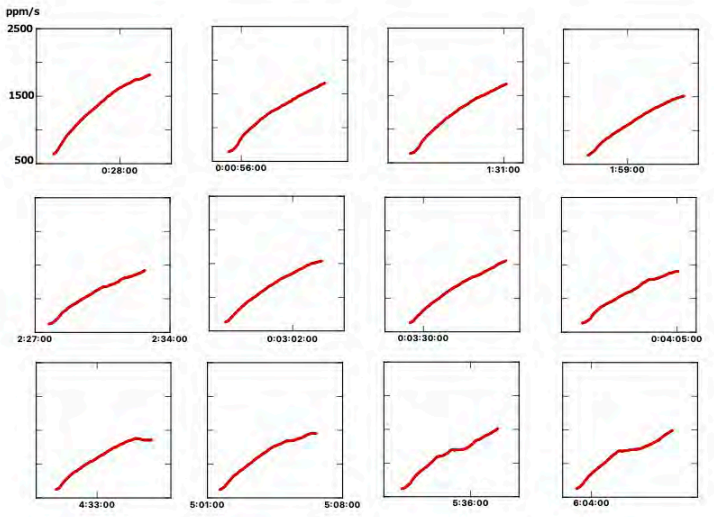


図1-1 チャンバー内CO2濃度の時間変化（0時～６時）

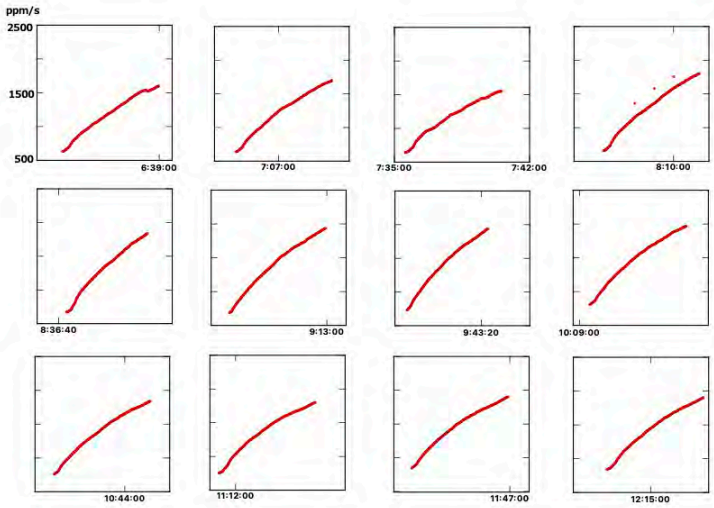


図1-2 チャンバー内CO2濃度の時間変化（７時～12時）

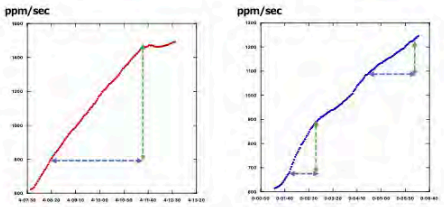


図２　チャンバー内CO2濃度上昇のトレンド例

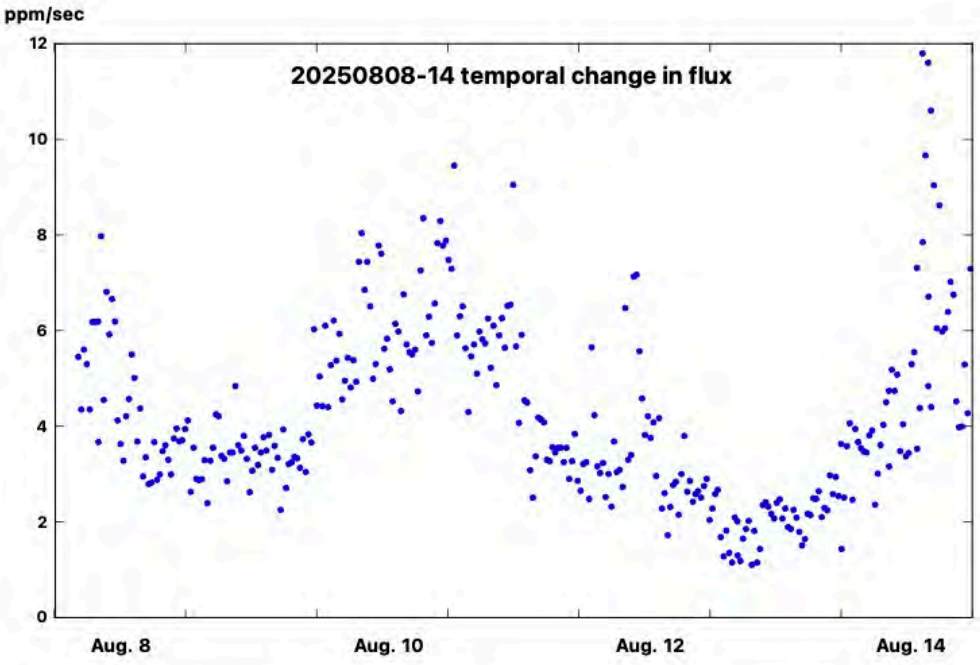


図３　CO2放出速度の変化

令和７年度年次報告

課題番号：TKU_01

（1）実施機関名：

東京海洋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）茨城・福島沖での海底地殻変動観測

（英文）Observation of seafloor crustal deformation off the coast of Ibaraki and Fukushima

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

日本周辺の海域では海溝型地震の発生予測を目標にGNSS-音響測距結合方式を用いた海底地殻変動観測が行われている。プレート境界の固着・すべりの状況を広域に精度よく、また、高時間分解能で把握するためには観測頻度を上げる必要がある。しかし、海底地殻変動データを測定するには観測船などで現地に行く必要があり、人的・経済的負担が大きく、ほとんどの観測点では年に1回の観測しか行えていない。この観測頻度の減少を解消するために、近年では無人自律観測機などを用いた観測手法の開発が進められ、観測コストの削減が図られつつある。しかし、無人機は位置決定精度向上の鍵である海中音速構造の推定に必要な温度構造・塩分濃度の計測を行うことができない。また、黒潮流域などの潮流が速い海域では、船速が遅い無人機では自由に航行することが難しいため、無人自律観測機による観測は主に日本海溝北部を中心として行われている。一方、黒潮の渦などが発生する茨城・福島沖などの日本海溝南部では観測が数年に1度しか行われていない観測点なども存在し、日本海溝北部に比べ海底地殻変動データが不足している。現在の海底地殻変動観測では1回の観測での誤差が大きいため、海底局の長期間の変位を正確に評価するためには複数年に渡る繰り返し観測が必要である。数年に1度の観測で得られた解析結果では、解析結果の評価を行う際、海底変動と観測誤差の判断が難しい。このように観測頻度の低下はプレート境界固着状況推定の広域化・高時間分解能化の大きな妨げとなっている。そこで本研究課題では無人自律観測機による観測が難しい茨城・福島沖において、東京海洋大学の実習航海を利用して海底地殻変動観測を5年間に渡り継続的に実施する。さらに海中音速構造の変化が大きい茨城・福島沖海域の特徴を利用し、海中音速構造が海底局位置決定精度に与える影響を検討する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究課題では、東京海洋大学が練習船「汐路丸」を用いて学生向けに開講する乗船実習を利用し、東北大学が茨城・福島沖周辺海域に設置した海底局アレイを対象とした海底地殻変動観測を行う。観測は令和6～10年度にかけて年1回の頻度で実施する。5年間に渡り観測を継続することで、茨城・福島沖の海底地殻変動を明らかにする。茨城・福島沖の周辺海域において新たに海底局アレイが構築さ

れた場合には新規点も観測対象とする可能性がある。また、茨城・福島沖は黒潮の影響もあり潮流が速く、海中音速構造も短時間で大きく変化する。そこで音速構造を明らかにするために、海底地殻変動観測中に海中のXCTD/XBT観測を行う。得られた海中音速構造の時間変化と解析結果から海底局アレイ位置決定への海中音速構造の影響を検討する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度は6月16～20日にかけて東京海洋大学練習船「神鷹丸」を使用し、前年度設置した海底局の1つに不具合が見られていたG27観測点に新たな海底局を設置した。さらに、ウェーブグライダーの投入作業も行った。また、10月20～25日には東京海洋大学練習船「汐路丸」を用い、房総半島沖に設置されている地殻変動観測点において観測を実施した。荒天の影響もあり、当初計画全ての観測を行うことは出来なかったが、G18、G26の2観測点での観測を実施した。観測中には正確な海中音速構造を明らかにするためにXCTDによる塩分・水温観測を行った。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

房総半島沖は日本海溝中央部や南海トラフと比較して海底地殻変動観測点が少なく、海底地殻変動に関する情報が少ない。今後、新たに設置した海底地殻変動観測点を用いた観測を継続することで、房総半島沖周辺のプレート境界の固着状況推定に資するデータを得ることが出来る。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は6月に房総半島沖の海域において、神鷹丸を用いたウェーブグライダーの投入作業を実施する予定である。また、10月には汐路丸を用いて海底地殻変動観測を実施する予定である。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中東和夫（東京海洋大学学術研究院）, 稲津大祐（東京海洋大学学術研究院）, 古山精史朗（東京海洋大学学術研究院）

他機関との共同研究の有無：有

木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）, 富田史章（東北大学災害科学国際研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京海洋大学
電話：
e-mail：
URL：https://www.kaiyodai.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中東和夫
所属：東京海洋大学学術研究院

令和７年度年次報告

課題番号：TTR_01

（1）実施機関名：

鳥取大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地方自治体の地震災害対策に貢献するための基盤情報の整備と共有
（英文）Development and sharing of basic information for contributing to earthquake disaster mitigations by local governments

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
ア. 強震動の事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（5）本課題の５か年の到達目標：

鳥取大学が立地する地元自治体である鳥取県と連携し，県が実施する地震被害想定の不確実性を低減するために必要となる，①ひずみ集中帯での震源断層の合理的な設定，②地下構造モデルの充実，③地域固有の条件を考慮した構造物被害，④これらを踏まえたリスク評価，の高度化を全計画を引き継ぎつつ実施する。また，自治体震度計ネットワークの利活用を推進し，リアルタイムで震度を把握できることを災害対応に繋げる仕組みを自治体と共同で構築する。加えて，地域の地震活動，想定すべき地震と地震動および被害想定を地域住民に伝え，「わがこと」として正しく理解されるための方法の構築についても地元自治体と連携して継続実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度は，地域評価による地震発生確率が高いものの明瞭な活断層が少ない鳥取県での想定地震について，既往調査を整理して震源像を模索する。山間部を含む堆積地盤の地盤震動特性と地下構造モデルの構築を継続し，鳥取県震度計ネットワークからの１秒パケットを用いたリアルタイム震度分布の高度化を試みる。加えて，防災リテラシー向上に資するアウトリーチコンテンツの充実を図る。
令和７年度は，微小地震活動を反映した鳥取県での合理的な想定地震の設定を模索する。地震活動を可視化するの構築などで，地域への普及活動を継続する。震度リアルタムシステムでは，被害の簡易想定を試みる。地盤造成地や斜面における地盤調査を継続するとともに，アウトリーチ活動を展開す

る。
令和８年度は，GNSS観測による成果も取り入れた，鳥取県で想定すべき地震像を提案する。地盤震動特性と地下構造モデルを充実するとともに，建物震動特性についても検討を進める。震度リアルタイムシステムの運用，アウトリーチ活動を継続する。
令和９年度は，鳥取県で想定される地震像に基づき，強震動予測に必要なモデル化をおこなうとともに，地盤の非線形応答についての検討を試みる。震度リアルタイムシステムを継続運用し，アウトリーチ活動を継続するとともに振り返りを実施し，活動のさらなる充実を図る。
令和10年度は，得られた地下構造情報をWeb-GISに取り込み，分かり易い形で公開するとともに，成果を総合した強震動評価を実施する。また，震度リアルタイムシステムにも新たな地盤モデルによる増幅率を導入するなど高度化を図る。これらの結果を自治体および県民と共有し，今後の防災活動への課題を整理する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度の実施内容と成果は以下の５項目である。

(1) 気象庁暫定震源と防災科学技術研究所Hi-net自動震源を検索して直前までの地震活動を可視化できるシステムを構築し，鳥取県危機管理局に情報提供をおこなっている。令和８年１月６日10:18に発生した島根県東部の地震(Mj6.4，Mw5.7)についても，前日からの地震活動を含めて鳥取県との意見交換に活用した。また，同地震の発生域について，これまで蓄積している山陰地域のMT法探査結果を総合的に逆解析した結果を参照し，深部低周波地震がスポット的に発生している領域のほぼ直上で，低比抵抗-高比抵抗境界にあたる場所であることを確認した。今後予定されている鳥取県の地震被害想定更新に向けて，当該地震の震源域に存在する布部断層帯の扱いを含めた検討をおこなう予定である。

(2) 鳥取市内において防災科学技術研究所の地すべり地形マップに記載されている地すべり集中地域(佐治町)および記載が無いほどの小規模地すべり地形(前方後円墳の被害で判明)について，常時微動および重力探査による地盤震動特性の評価および地下構造の推定をおこなった。その結果，地すべり地形部では明瞭な地盤増幅のピークが見られることから，山間部における地盤増幅特性の評価についても検討を進める必要があることが示された。また，米子市内に立地する鳥取大学附属病院敷地内で稠密な微動観測を実施し，複雑に変化する地下構造を推定している。これらの成果も，今後予定されている鳥取県の地震被害想定更新での活用が期待される。

(3) 鳥取県東南部において，面的な微動観測を実施するとともに，伝統的木造住宅２棟について微動を用いた建物振動特性の把握をおこなった。微動に基づくRD法により，固有周期と減衰定数を人力加振と同等に得られることが確認されるとともに，耐震性能を評価することができた。これまでの調査結果を踏まえて，鳥取県に特有の伝統的木造建築の被害率算定などの検討を深めたい。

(4)鳥取県の地盤震動特性や地震活動を県民に伝えるため，県内で想定すべき地震とその揺れについて，動画教材を作成している。今後，大学・県を通じて配信することで，県内の防災リテラシー向上を図りたい。

(5) 前計画から引き続き，鳥取県震度計ネットワークを活用したリアルタイム震度分布把握システムを管理・運用し，令和８年１月６日島根県東部の地震などの有感地震のリアルタイム震度および最終推定震度分布を鳥取県危機管理部と共有し，防災部局による知事説明用資料を作成して提供している。今年度は実施できなかったが，震度暴露人口や被害のリアルタイム把握についても対応を進める予定である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

成果のうち，(1)は「1 地震・火山現象の解明のための研究 の(5) 震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化 の イ. 内陸地震」と関係が深く，その成果を想定震源断層の設定に活用している。鳥取県では，令和８年度より地震被害想定の更新を予定しており，(2)，(3)の成果とともに実務での検討

材料を提供したいと考えている。

(4)は「4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究 の (2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究」との関連が深く，本県議一連の成果を地元鳥取県に展開するパイロット・プロジェクトとなっている。今後，県をはじめ市町村へも取り組みを広げていきたい。

また(5)は「3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究 の (2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究） の ア. 地震動の即時予測手法」と関連しており，実務で活用する鳥取県のニーズに沿った開発などに取り組みたい。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Raffaele, R., Kagawa, T. and Aldo, Z., 2025, Comparative Evaluation of Impact-Based and Hybrid Approaches for Real Time Earthquake Shaking Prediction, Scientific Reports. https://doi.org/10.1038/s41598-025-17889-z, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

香川敬生・野口竜也・寺井茉莉亜，2025，能登町鵜川地区における令和６年能登半島地震の余震観測，2025年地球惑星科学連合大会，SSS11-06.

野口竜也・寺井茉莉亜・岡嶋祐磨・香川敬生・西川隼人，2025，2024年能登半島地震による被害地域－能登町鵜川・松波・宇出津，七尾市田鶴浜地区－における微動観測，2025年地球惑星科学連合大会，SSS11-07.

野口竜也・宮本孝輔・香川敬生，2025，重力観測に基づく鳥取市佐治地区の地すべり地域における地下構造推定，第30回鳥取地学会研究発表会

野口竜也・岡嶋祐磨・香川敬生，2025，微動観測に基づく令和6年能登半島地震の被害地域－能登町松波・宇出津地区－における地盤震動特性と地盤構造,第80回土木学会全国大会，CS10-64

香川敬生・野口竜也・寺井茉莉亜，2025，令和６年能登半島地震により被害を受けた能登町鵜川地区における余震および微動観測，第45回土木学会地震工学学研究発表会，B25-470

野口竜也・香川敬生・西川隼人・寺井茉莉亜，2025，令和6年能登半島地震による被害地域－七尾市田鶴浜地区－における微動観測，第45回土木学会地震工学学研究発表会，B25-515

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和７年度に対応が遅れた山陰地域の比抵抗構造モデルを構築し，地震波速度構造，微小地震活動を踏まえた鳥取県の想定地震の合理的な設定を模索する。地震活動の可視化を普及活動に利用する。鳥取県で予定されている地震被害想定の更新に向けて，地盤震動特性や地盤構造モデルなどの情報を提供し，より高精度な地震動予測に活用する。また，震度リアルタムシステムでは，震度暴露人口や想定被害の視覚化を検討する。
これらに加えて，令和８年10月に鳥取県倉吉市で実施される「ぼうさいこくたい」でも普及啓発活動を図る。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

香川敬生（鳥取大学工学部）, 塩崎一郎（鳥取大学工学部）, 野口竜也（鳥取大学工学部）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：鳥取大学工学部社会システム土木系学科地圏環境工学研究室
電話：
e-mail：
URL：https://geosd-tottori-u.jimdosite.com

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：香川敬生
所属：鳥取大学工学部社会システム土木系学科

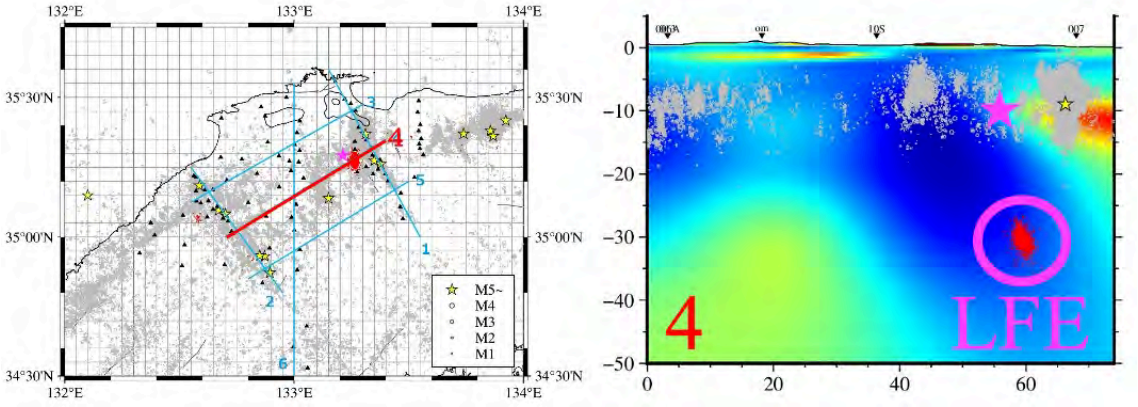


図-1 令和８年１月８日島根県東部の地震震源域の比抵抗構造 (Shiozaki et al.(2024),EMIW2024に加筆)

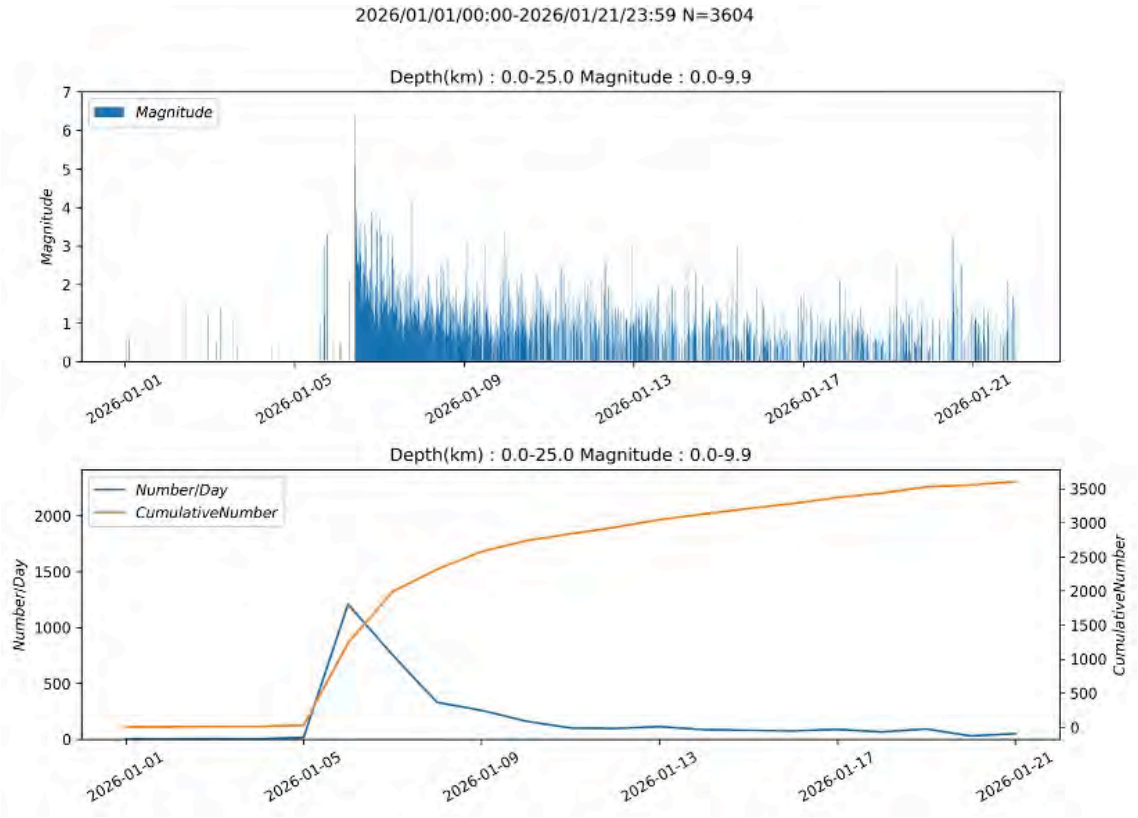


図-2 令和８年１月８日島根県東部の地震前後の地震活動の可視

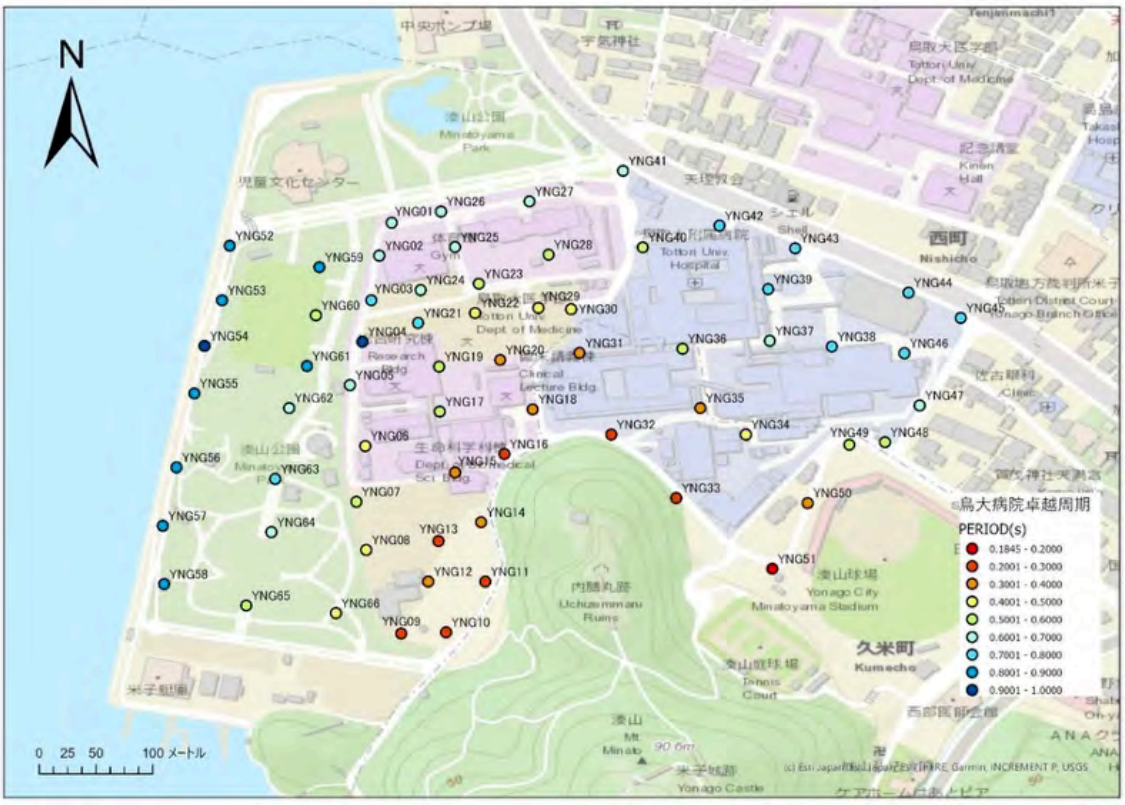


図-3 鳥取大学附属病院敷地周辺の微動卓越周期分布

令和７年度年次報告

課題番号：TYM_01

（1）実施機関名：

富山大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）弥陀ヶ原火山およびその周辺における地球物理学的観測による火山・地震活動モニタリング
（英文）Monitoring volcanic and seismic activities by geophysical observation in and around Midagahara volcano, Toyama, Japan

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

地盤変動観測：地獄谷内において，水準測量やGPS観測を実施し，変動の推移や熱水・ガスだまりの体積の経年変化を明らかにする。また，これまで水準測量で得られた変動源は期間によって変動源が異なる問題があることから，統一的なモデルを構築する。さらに，地獄谷内でレーザー測量や写真測量を実施し，面的に地盤変動を捉えることを目指す。一方で，後述の熱観測から明らかになる熱活動との対応関係についても解明する。

地震観測：飛騨山脈にある活火山の下では深部低周波地震が観測されている。活火山の下で，震源が最上部マントルから中部地殻まで線状につながって分布することから，マグマ活動に関係することが推察される。流体の移動など，火山活動に関連する地震活動を把握するために，震源の時間変化や発震メカニズム，地表活動との関連性を明らかにする。また，マグマ供給源について把握するために火山深部の減衰構造について調査を進める。弥陀ヶ原火山に近い跡津川断層などで発生する非火山性地震についても解析を行う。一方，変動源と地下構造の対応を明らかにするために地獄谷内で地震波を用いた浅部構造探査を実施する。

熱観測：本課題でもUAVによる熱活動観測を継続する。高温域の分布とその経年変化を解析することで，地下の熱水流動経路に時空間的制約を与えるだけでなく，地盤変動との関係にまで踏み込んだ検討を行う。

地中レーダーを用いた浅部構造探査：地獄谷内には多数の温泉湧出孔，火山噴出孔が存在する。隣接する温泉噴出孔であっても，温泉水の化学組成や水位が異なることが分かっている（例えば，Seki et al., 2019）。これらの違いは，帯水層とガス供給系の関係を反映していると考えている。浅部構造探査により帯水層やガスを供給する亀裂を捉え，温泉活動，ガス活動の理解を目指す。研究計画の項目で述べるように，毎年重点地域を決めて地獄谷内で地中レーダー探査を実施する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度においては，現行課題の結果に基づき地盤変動観測は変動源があると考えられる百姓地獄～

新噴気帯で，地震観測は特徴的な地震がみられる立山カルデラ・有峰湖周辺でそれぞれ重点的に行う。GPS観測は7～10月に，水準測量は9月に実施する。面的な地盤変動を把握するべく，並行してレーザー測量・写真測量を年1～2回実施する。変動源と地下構造の対応を明らかにするべく，地震波や地中レーダーを用いた浅部構造探査も並行して実施する。熱活動と地盤変動との関係を明らかにするべく，UAVによる熱活動観測を9月に実施する。浅部構造探査は百姓地獄南側で実施する。
令和7年度においては，地盤変動・地震観測を継続して実施し，変動源解析・震源決定・メカニズム解析・減衰構造の解析を進める。熱活動観測や浅部構造探査も継続して実施する。地中レーダー探査は鍛冶屋地獄で実施する。
令和8年度においては，地盤変動・地震観測を継続して実施し，ここまでの結果に基づき地盤変動・地震観測網の拡張を図る。熱活動観測や浅部構造探査も継続して実施し，地盤変動との関係についても検討する。地中レーダー探査は紺屋地獄で実施する。
令和9年度においては，地盤変動・地震観測を継続して実施し，モデル等の改良と解釈を行う。熱活動観測や浅部構造探査も継続して実施し，地盤変動源との関係などについて明らかにする。地中レーダー探査は団子屋地獄で実施する。
令和10年度においては，観測の継続とともに成果のとりまとめ・論文投稿・データの整理を行う。地中レーダー探査は紺屋地獄で実施する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1．地盤変動・熱活動観測

2025年9月2日・12日に地獄谷内にて定例の水準測量を実施した。2024年9月からの約1年間のBM. 1に対する地盤上下変動を図1に示す。得られた変動には次の2つの特徴が認められる。（1）地獄谷西部の八幡地獄から百姓地獄にかけての沈降が、2023年8月～2024年9月の1年間と比較して、より顕著かつ広範となった（最大9 mm）。（2）地獄谷中央の鍛冶屋地獄から東部の新噴気帯にかけては、前年まで認められていた隆起が鈍化し、一部では沈降に転じた。
これらに関連する最近の主要な現象として、2024年9月に鍛冶屋地獄で発生した硫黄溶岩の流出・燃焼が挙げられる。2016年10月～2025年9月の水準測量およびSentinel-1 InSARデータを用い、Mogiモデル（Mogi, 1958）による変動源解析を行った。最小二乗解析の結果、鍛冶屋地獄直下約15 mに膨張源が推定され、体積変化量は52.3 m^3であった（図2）。さらに、このモデルに基づく体積の時間変化から、2024年9月以前の膨張とその後の収縮が認められ、これらは硫黄溶岩流出・燃焼に先行・後続する過程を反映していると考えられる。
水準測量のほか、地獄谷内の3か所でGNSS観測を実施している。このうち百姓地獄（MDGE）と新噴気帯（MDGB）のGEONET観測点041138に対する水平および上下変動を図3に示す。併せて近隣の水準点の水準測量から得られた上下変動も示した。GNSS観測から得られる上下変動の傾向は水準測量から得られる上下変動と矛盾しない。また、2025年には百姓地獄の水平変位が北西方向から東方向に転じたことが確認された。
併せて、無人航空機（UAS, Uncrewed Aerial System）を用いた現地観測を実施し、レーザ測量（Lidar, Light detection and ranging）、可視画像、および熱赤外画像を取得した。UASの機体・センサ位置情報はRTK-GNSS（Real-Time Kinematic Global Navigation Satellite System）により高精度に取得し、空間データの幾何精度をcm単位で担保している。取得した可視画像および熱赤外画像は、SfM（Structure from Motion）多視点ステレオ写真測量により処理し、3次元地表モデル（DSM, Digital Surface Model）およびオルソ補正画像を生成した。特に、熱赤外画像から作成したオルソモザイク画像に基づき、地表面の高解像度な温度分布を面的に把握することが可能となった（図4）。一方、Lidarにより取得した点群データについては、ノイズ除去および地表・非地表の分類などのフィルタリング処理を施した上で、高精細な地形情報（DTM, Digital Terrain Model）へと変換した。これにより、植生被覆下を含む微地形の詳細な抽出が可能となっている。

2．地震観測

2020年9月以降、弥陀ヶ原火山周辺に順次臨時観測点を設置（2026年2月現在5点）し、地震観測を継続している。周辺にある防災科学技術研究所のHi-netや気象庁・東京大学・京都大学のデータと合わせて2020年9月～2025年6月の期間についてWINシステムによる自動解析を実施した。得られた地震のうち、現在の火山活動地域である地獄谷およびその周辺（東経137.585˚～137.601˚、北緯36.573˚～

36.592°）のM-T図および月別回数を図5に示す。この地域では地震活動がきわめて低調であり、通常は月3回以下である。また、マグニチュードについても最大で1.3と小規模である。地震回数が4回以上となったのは2021年8月（4回）、2022年9月（7回）、2024年1月（10回）の3月であった。これらの地震が火山性のものか否かについては精査が必要である。なお、能登半島地震直後の2024年1月には、この地獄谷周辺から有峰湖付近にかけての地域で地震が頻発していたようである。

3．電気探査

地表で観測される噴気活動・温泉活動・地盤変動を比抵抗構造から推定されている浅部熱水ガス溜まりと関係づけるためには、熱水やガスの経路など浅部構造（深さ100 m以下）の理解が不可欠である。令和7年度は令和6年度に引き続き、小規模な電気探査を百姓地獄において実施した。予察的に求めた、見かけ比抵抗の疑似断面を図6に示す。ここでは、測線に垂直な方向には構造が変化しないと仮定している。低比抵抗の部分は水（電解質水溶液）を多く含むと考えている。東西測線Cでは、中央から東側にかけて顕著な低比抵抗が存在している。ここは、噴気活動・温泉活動が活発な鍛冶屋地獄の近傍であり、2023-2024年に顕著な地盤隆起が検出されたところである。南北測線Dはおおむね高比抵抗である。これは地表に見られる固結した硫黄溶岩が深部に連続していると考えられる。南側浅部にのみ低比抵抗部分が存在している。この部分では測線から約10 mのところに温泉の池がある。低比抵抗部分はこの池につながる地下水を表すと考えている。

4．重力観測

2025年9月に、ラコスト型相対重力計を用いて地獄谷における相対重力測定を実施した。測定は天狗平を起点とし、地獄谷の既存の水準点7点における相対重力値を決定した。また、富山大絶対重力点～立山駅前～天狗平～室堂の間でも相対重力測定を実施した。これにより、富山大で2019年7月に測定された絶対重力値を参照することで、本研究で得られた相対重力値を全て絶対値化することができるようになった。第3次建議中にあと1～2回重力測定を行い、重力変化を捉えることを目指す。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本課題では、弥陀ヶ原火山の火山活動を統合的に理解するために、地盤変動観測や地震観測、熱活動観測、電気探査、重力観測といったさまざまな観測項目の実施を試みている。2024年9月に硫黄溶岩の流出・燃焼が発生した鍛冶屋地獄では長期的には隆起が認められ、深さ15mに変動源が見出された。また、硫黄溶岩流出・燃焼に先行・後続する膨張・収縮も認められた。電気探査で見出された低比抵抗帯はこの変動源に対応するかもしれない。鍛冶屋地獄のみならず弥陀ヶ原全体の火山活動を理解するために、今後は各観測項目を統一的に解釈できるモデルを構築することが不可欠である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Okada S, Katsumata A, Hotta K, in press, Three-dimensional S-wave attenuation structure around the Hida Mountains in Japan and effects of the Philippine Sea slab on the attenuation structure beneath central Japan, Earth, Planets and Space., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

堀田耕平，2025，立山火山地獄谷における2016～2024年の長期的地盤変動，日本地球惑星科学連合2025年大会，SGD03-P01.

渡辺了，米倉啓斗，2025，弥陀ヶ原火山における過去の水蒸気噴火の復元，日本地球惑星科学連合2025年大会，S-VC31.

岡田翔矢，勝間田明男，堀田耕平，2025，飛騨山脈及びその周辺における三次元S波減衰構造の解析，日本地球惑星科学連合2025年大会，S-SS08.

門倉涼，堀田耕平，2025，2016～2020年立山火山地獄谷における地盤変動源の再検討，2025年度

日本火山学会秋季大会，P29.

渡辺了，2025，弥陀ヶ原火山の深部熱水溜り，日本火山学会2025年度秋季大会，A3-01.

岡田翔矢，勝間田明男，堀田耕平，2025，飛騨山脈及びその周辺における三次元 S 波減衰構造と周波数依存性，日本地震学会2025年度秋季大会，P06-07.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

1．地盤変動・熱活動観測

地獄谷における水準測量、GNSS観測、レーザ測量等を継続する。干渉SARの解析結果も統合し、鍛冶屋地獄以外の領域も含めた統一的なモデルの構築を目指す。また、百姓地獄の水平変位の変化などの異常の原因を精査する。また、レーザ測量等のデータを過去に取得した同種データと比較し、差分解析を実施することで、地形変化の空間的分布およびその量的評価を行う予定である。同様に、熱赤外データについても現況の温度分布の把握のみならず、過去データとの比較による変化検出を行い、地表面環境の動態把握を試みる。これらをふまえて、地表面変動を面的に捉え、その変化量を定量化することで、対象範囲における地下動態との空間関係および熱環境変動の実態解明をめざす。

2．地震観測

地獄谷周辺の地震のメカニズム解を決定するなど、火山性のものであるか否かを精査する。2024年1月の地獄谷周辺～有峰湖付近にかけての地震など、その他の地域の地震活動についても調査する。

3．電気探査

地盤隆起の顕著な鍛冶屋地獄を中心とする東西測線で探査を行うとともに、小規模な温泉湧出孔が点在する百姓地獄で探査を行い、地表の噴気活動・温泉活動の理解を深化させたい。また、解析を進めて比抵抗モデルの改良につなげたい。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

堀田耕平（担当者・総括）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）, 渡邊了（担当者）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）, 石崎泰男（担当者）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）, 勝間田明男（担当者）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）, 安江健一（研究協力者）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）, 立石良（研究協力者）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）

他機関との共同研究の有無：有

大見士朗（研究協力者）（京都大学防災研究所）, 大倉敬宏（研究協力者）（京都大学大学院理学研究科）, 早川裕弌（研究協力者）（北海道大学大学院地球環境科学研究院）, 青山裕（北海道大学大学院理学研究院）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：堀田耕平
所属：富山大学学術研究部都市デザイン学系

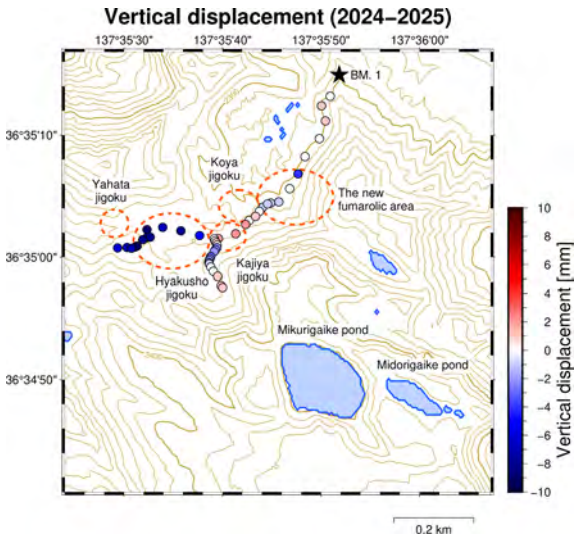


図1：水準測量より得られた2024～2025年の地獄谷内の上下変動。

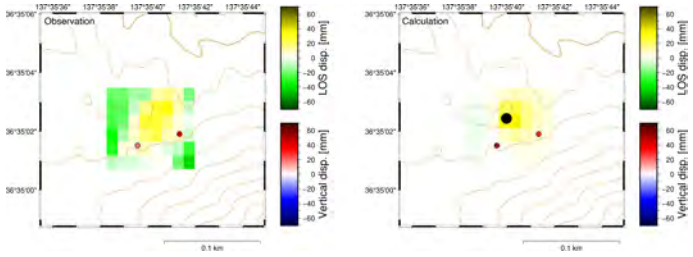


図2：（左）鍛冶屋地獄周辺の上下変動（水準測量）とLOS変動（InSAR）の観測値。（右）変動源解析の結果得られた茂木モデルの水平位置（黒点）と上下変動・LOS変動の計算値。

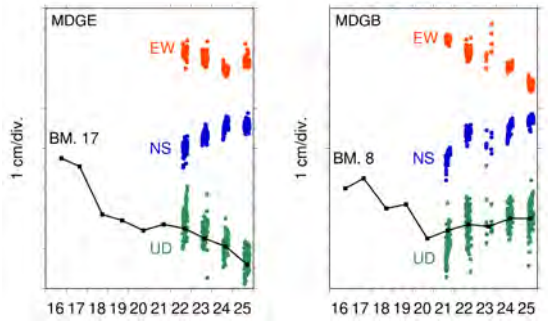


図3：百姓地獄（MDGE）と新噴気帯（MDGB）のGEONET観測点041138に対する水平および上下変動。黒い折れ線は近傍の水準点の上下変動。

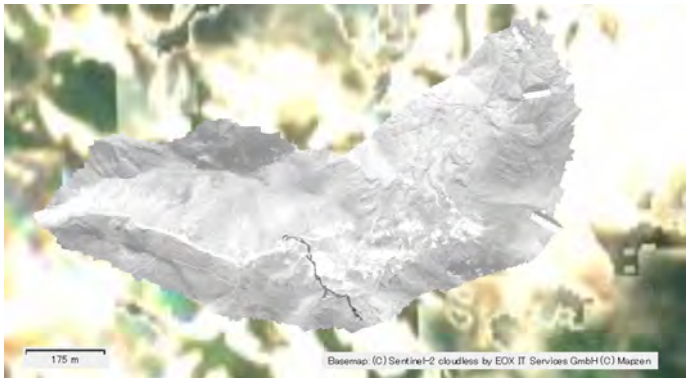


図4：UAS-thermalによる温度分布。

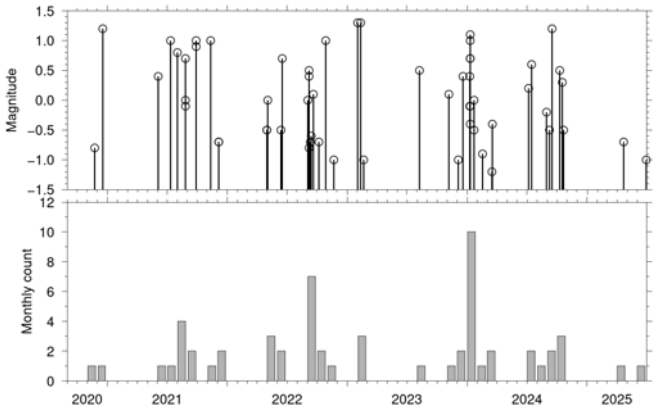


図5：地獄谷およびその周辺の地震のM-T図（上）と月別回数（下）。

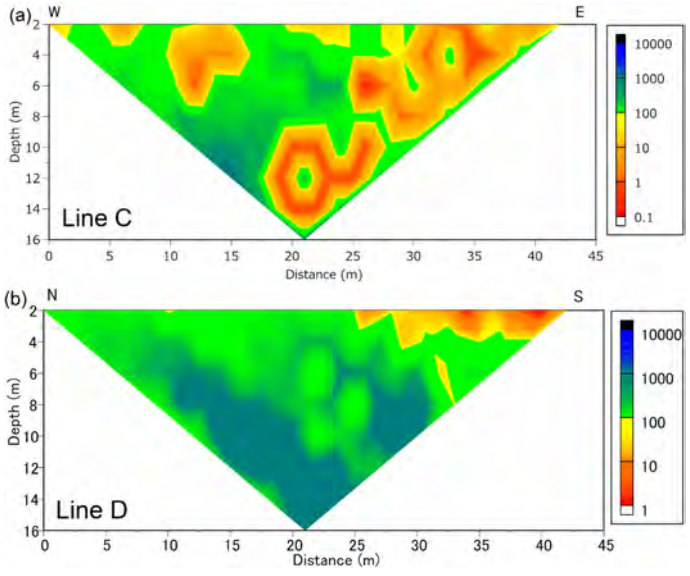


図6：測線C（東西）および測線D（南北）において求められた見かけ比抵抗の疑似断面。比抵抗の単位はΩm。

令和７年度年次報告

課題番号：TYM_02

（1）実施機関名：

富山大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）災害誘因に基づく人の移動行動の想定・推定モデルによる避難リテラシーの向上
（英文）Improvement of Evacuation Literacy based on Assumption and Estimation Model of Human Movement Behavior from Disaster Triggers

（3）関連の深い建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

（4）その他関連する建議の項目：

４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(2) 首都直下地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

災害素因の背景にある社会のレジリエンス力を発揮する対象として、被害量ならびに対応量の想定は必要である。しかし、実災害の過去データに基づく予測モデルが主流であり、理学的な誘因に基づいた予測モデルの研究開発は十分に行われてこなかった。これは理学的な誘因が社会的素因に与える影響および関係性が解明されず、また、単一分野に閉じた単純モデルでの予測手法を中心としたためであると考えられる。
課題担当者らは「想定・推定・実際」の3つの視点に基づく情報を効果的に連携させることで、誘因の変化に対応した一歩先を見越した災害対応を実現することを目標とし、本課題を実施する。具体的には、発災後の人の動きの実態を踏まえ、想定・推定モデルを構築するとともに、人の動きに対する実際を把握する手法を開発し、この実装を通して避難リテラシーの向上を目指す。
発災後の人の動きとは、「避難行動→避難生活→仮住まい→生活再建」と変化するものであり、避難生活についても避難所避難だけでなく在宅避難や施設避難、車避難など多岐にわたる。阪神・淡路大震災と新潟県中越地震、中越沖地震を比較すると、余震の大きさに比して発災後の人の動きが変化していることが実証されている。具体的には、1995年の兵庫県南部地震および2004年の新潟県中越地震の結果を比較すると、兵庫県南部地震では約55％の被災者が自宅にとどまったものの、中越地震では約15％の被災者が自宅にとどまり、その差は大きい事実がある。
本研究では、災害発生後の人の移動行動に対して、その状況を想定・推定するモデルを開発するとともに、実際状態を把握する手法を開発した上で社会においてシステム化し、時間差なくモデル修正ができる仕組みを考える。これまでの準備状況としては、１）人の動きに関する実際の状況把握のための社会調査、２）避難所での行動把握のための情報システムの開発等をおこなっており、これらを活用することで研究の実現性を高める。くわえて、観測研究の科学的知見に基づく訓練等を通した社会実装により、避難リテラシーの向上を推進する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題研究では、情報科学分野におけるデータサイエンスならびに空間統計学を用いた高度な分析によって移動行動の推定モデルを開発するとともに、移動行動の1つとして「避難」に着目し災害対応時

の情報システムへの実装を通して、社会の災害対応力の向上を推進する。あわせて、本研究の成果から地震・火山観測に関する時系列での情報要求を整備し、発展的な地震・火山観測研究の実現に向けたフィードバックを行う。特に、避難状況の実態把握においては、過去災害における避難に関する調査を実施し、地域特性や個人特性等からの避難策パターンを特定する。地震の振る舞いについては、調査対象となる災害時の時系列観測データを収集し、時空間パターンを割り出す。これらを統合的に分析することにより、避難状況を推定するモデルを開発する。さらに、災害後に観測されるデータから準リアルタイムで推定する情報システムを開発・実装し、地域や行政における災害対応の基礎とした活用を推進する。

令和６年度においては、基礎となるデータ収集を実施する。2度の震度7を観測した熊本地震や一定時間をおいて群発する福島県沖地震、令和６年能登半島地震などを事例として、過去災害における避難に関する調査を実施する。地域特性に関しては、災害発生の直近の国勢調査結果や国土数値地図、民間が整備する空間データ等を活用し、地域のパターン分析を実施する。また事例とした地震災害に対して、地震観測データを収集し、データ圧縮・ノーマライズすることで操作可能なデータとして整備する。

令和７年度においては、避難に関する調査結果、地域のパターン分析結果、圧縮済み地震観測データに対して多変量解析により、関係性を解明する。特に避難行動も時間経過にともなって変化することを考慮する。さらに、地震観測データに対しても一連の地震活動であっても、地震の振る舞いは幅を持って発生することを考慮するとともに、それぞれに空間特性を有することから、自己相関および時空間データの多変量解析を実施することで、相関の強いパターンを特定する。これを観測済みデータから導出可能な1つのモデルとして位置づける。

令和８年度においては、避難状況の未来予想を実現することを目的として、2年目に構築したモデルに対し、推定可能なパラメータを設定することで将来予測モデルの構築を実施する。とくに、時系列データの将来予測においては、過去での避難および地震の振る舞いに関する観測実績に対して平準化および現状に関するフィルタリングを行い、状態遷移とベイズ更新を繰り返して推定する状態空間モデルによる推定方式を検討する。避難状況推定に対して適合可能性を検証し、モデル改善を繰り返す。

令和９年度においては、自律型学習の整備を推進する。これは、避難状況の推定において必要となるデータを自動的に収集し、準リアルタイムに推定する基盤を整備するものである。地域特性に関するデータは事前に整備し再利用可能な状態とする。一方で地震の振る舞いに関するデータは、時系列データとして必要分を切り出し、一時的なアーカイブにより分析可能とする。これを自動で繰り返す仕組みとして整備する。各自治体で公開される避難実績と照らし合わせて評価し、有用性の検証を実施する。

令和１０年度においては、モデルを避難の状況想定・推定に反映させた災害シナリオを構築し、
様々な自治体や組織、地域での訓練を通して、その有用性を実証する。そのためには、訓練前の研修プログラム、訓練時の実行プログラム等が必要となるため、効率的・効果的な訓練プログラムを設計する。プログラム設計においては、代表的な業務改善モデルであるPDCAサイクルを位置づけ、各フェーズにおける実施項目を整理し体系化する。あわせて、Check（評価）の指標、Action（改善）の主要な視点を整理し、全体をパッケージとしてとりまとめる。実証の対象とする自治体を中心に他自治体・他地域への横展開を促進し、社会全体の避難リテラシーの向上を推進する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2024年能登半島地震で被災した富山県では、災害対応検証会議を立ち上げ、能登半島地震における実際の対応に対し「①情報収集・伝達、②広報活動、③避難行動、④避難所開設・運営（被災者支援）、⑤物資の備蓄・支援、⑥飲料水・生活用水の確保、⑦災害対策本部の体制・運営、⑧県・市町村・関係機関の連携、⑨ボランティア、⑩災害廃棄物、⑪事前の備え（住民への啓発、上下水道・住宅耐震化、液状化対策等）、⑫孤立集落対策、⑬道路啓開、⑭行政の経験蓄積・共有」の14項目でふりかえりを実施した。この中で、避難と避難所運営は大きく課題として捉えられている。

一方で、南海トラフ巨大地震を想定すれば、東日本大震災でも同様の事態となったが、必ずしも事前に指定された避難所が開設されるだけにとどまらず、いわゆる自主的な避難を受け入れる場として、自主避難場所があり、自主的であるが故に、継続して仮の生活が始まり、いわゆる自主避難所となるケースが多い。自主避難所への関わり方は、行政の課題として残るものの、その発生可能性を把握できなければ、対応策の検討にも至らない。

本年度は、上述のような背景を踏まえ、自主避難所の数を推定するモデルの構築と適用可能性について検討した。特に、自主避難所の数を推定するモデルは存在しない。その大きな理由に、被災者の心理的状況や家族構成、その他、その被災者を取り巻く環境から、たとえ指定避難所があったとしても、自主避難所となり得る空間があれば、偶発的に発生することが考えられる。しかし、高い精度での再現性を議論していては、検討すべき素材すら提示されないこととなる。そこで、2011年東日本大震災の際にEMT（緊急地図作成チーム）が、収集・蓄積した避難所データを用いた分析を実施した。これは、当時の各市町村において把握しウェブ公開していた避難所（指定避難所のみならず自主避難所も含めている）のリストを、エクセルベースでデータベース化したものである。特に被害の大きかった岩手県・宮城県を中心に分析した。この分析では、岩手県・宮城県の63市町村で、指定避難所・自主避難所を含めたうえで、一度でも開設された2274箇所の避難所を対象とした。市町村ごとの人口と避難所数の関係性を図化するとととともに一次回帰式として定義したところ、図1に示す結果が得られた。この図内に示される式から、決定係数は0.49と決して高いとは言えないが、ある程度のモデルであった。つまり、単純に人口比として分析することで、開設されるであろう避難所数を推定できる可能性が示唆された。
この結果を踏まえ、2024年能登半島地震における富山県の各市町村に本モデルを適用した。その結果が図2のとおりである。この図が示すように、東日本大震災の岩手県・宮城県と比べると、能登半島地震の際の富山県は全体的に震度が小さく、結果、避難ニーズが少なかったことが考えられた。つまり、先のモデルは震度が大きい（6強～7）のときに適用できる一方で、震度が小さくなれば数は減る、と一般的に想定される結果が得られたと言える。しかし、一部の市町村では、想定を上回る数の避難所が開設されていた。これらの市町村に対しては、今後、その理由および実態を把握する必要があると考えている。
また、2024年能登半島地震における富山県内の災害対応業務に対し、技術導入による業務改善を試みる上での介入方法についても調査研究を進めた。これは、FFTモデルの提案を進めており、Field・Facilitation・Technologyの3つの視点と、災害エスノグラフィー・KPT分析・計量テキスト分析・SCAT分析を統合した一連の処理プロセスを体系立てたものである。能登半島地震における1つの活動を取り上げてみると、7種類のカテゴリーによるコンテキストが位置づけられ、SCAT分析から4つの理論記述が導出された。この中で、過去の災害対応の経験・継承が進められたこと、技術導入のための環境調整・確保が鍵を握っていたこと、技術の標準化・強調領域設計の必要性が残っていること、事前からの技術導入には経済的課題が残り発災まで進められなかったこと、といったポイントが明確化された。これは、災害時の技術導入という観点から、共通して発生しうる課題であると推察される。そのため、この課題を適切に事前から対処しておくことで、新しい技術を災害対応現場に導入できる可能性が高まると考えられた。ただし、十分な客観性を有した分析・評価になっていないことから、今後、精度を高めつつ、再現性の確保に必要な対策を検討する必要が残されている。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、自主避難所を含む避難所開設数の推定モデルを提示しており、これまでになかった1つのモデルを提案した。非常に粗いモデルではあるが、一定の精度を有していることから、ある一定の災害後の被災社会を表現できる1つのモデルであると考えられる。これをもとに、自助・共助のあり方、公序としての体制のあり方などの検討が進むことが想定でき、「4(2)地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究」としての成果が得られたものと考えている。一方で、推定に必要な要素を人口のみとしており、社会的条件を多く加味した上で精度をどのように向上できるかについては、今後も継続した研究が必要である。多くの事例調査・分析を重ね、その精度を高めていくこととしている。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Yasuhiro Komatsubara, Munenari Inoguchi, 2026, A Study on Lessons Learned from Human Resources in Housing Damage Assessment Operations: A Case Study of Himi City, Toyama Prefecture in the Noto Peninsula Earthquake of 2024, Journal of Disaster Research, Vol.21(No.1), pp.46-58, doi: 10.20965/jdr.2026.p0046, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

井ノ口 宗成, 早木 姫奈乃, 2025, 令和6年能登半島地震における避難実態の調査分析 ～富山県を事例として～, 日本地球惑星科学連合2025年大会, p.2

坂東 海律, 井ノ口 宗成, 2025, L字情報を活用した地方テレビ局による災害情報発信の実態分析 –令和6年能登半島地震における富山県を事例として–, 日本地球惑星科学連合2025年大会, p.2

小松原 康弘, 井ノ口 宗成, 2025, 住家被害認定業務における人材に着目した多面的分析 ―令和6年能登半島地震における氷見市を事例として―, 日本地球惑星科学連合2025年大会, p.2

田中 利幸, 井ノ口 宗成, 2025, 避難先情報の提示による避難率変化の考察 –富山市中心部におけるマルチエージェントシミュレーションの適用–, 日本地球惑星科学連合2025年大会, p.2

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和８年度においては、避難状況全体の時系列変化を推定するためのモデル構築を目指す。特に、災害後の各被災者の行動をモデル化し、それらのシミュレーションによって、被災社会の様相を可視化することを予定している。特に、推定可能なパラメータを設定することで将来予測モデルの構築を実施し、状態遷移とベイズ更新を繰り返して推定する状態空間モデルによる推定方式を検討する。避難状況推定に対して適合可能性を検証し、モデル改善を繰り返す。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

井ノ口　宗成（富山大学 都市デザイン学部）
他機関との共同研究の有無：有
酒井 慎一（東京大学大学院 情報学環・学際情報学府）, 木村 玲欧（兵庫県立大学 環境人間学部）, 池田 真幸（防災科学技術研究所）, 高木 康伸（気象庁総務部企画課地域防災企画室）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：都市デザイン学部
電話：076-411-4890
e-mail：inoguchi@sus.u-toyama.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：井ノ口宗成
所属：富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科

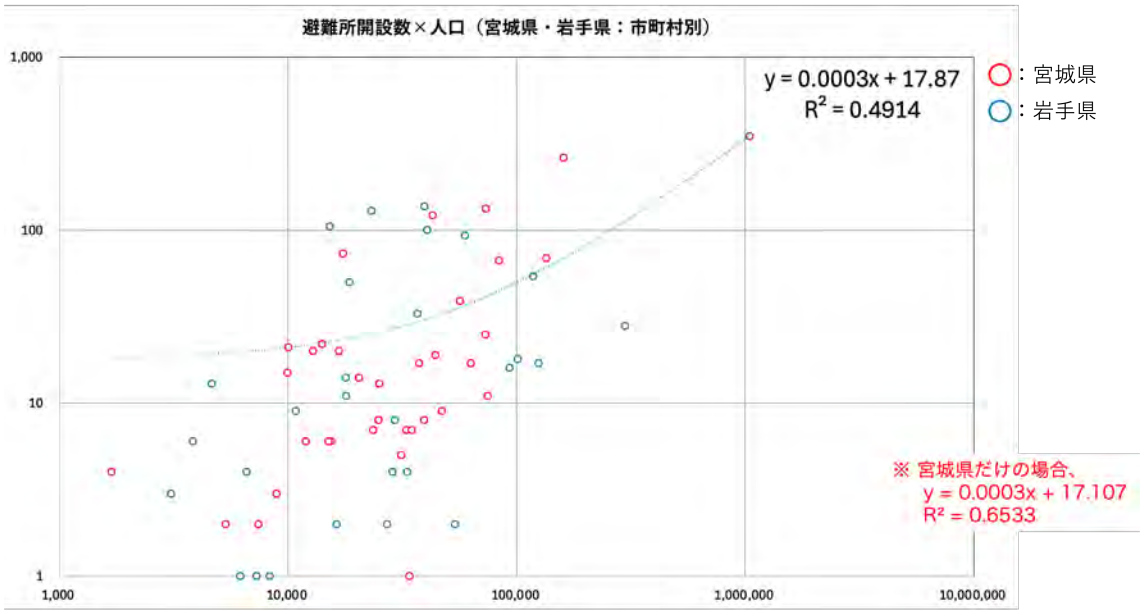


図1　東日本大震災における避難所数と人口の関係性

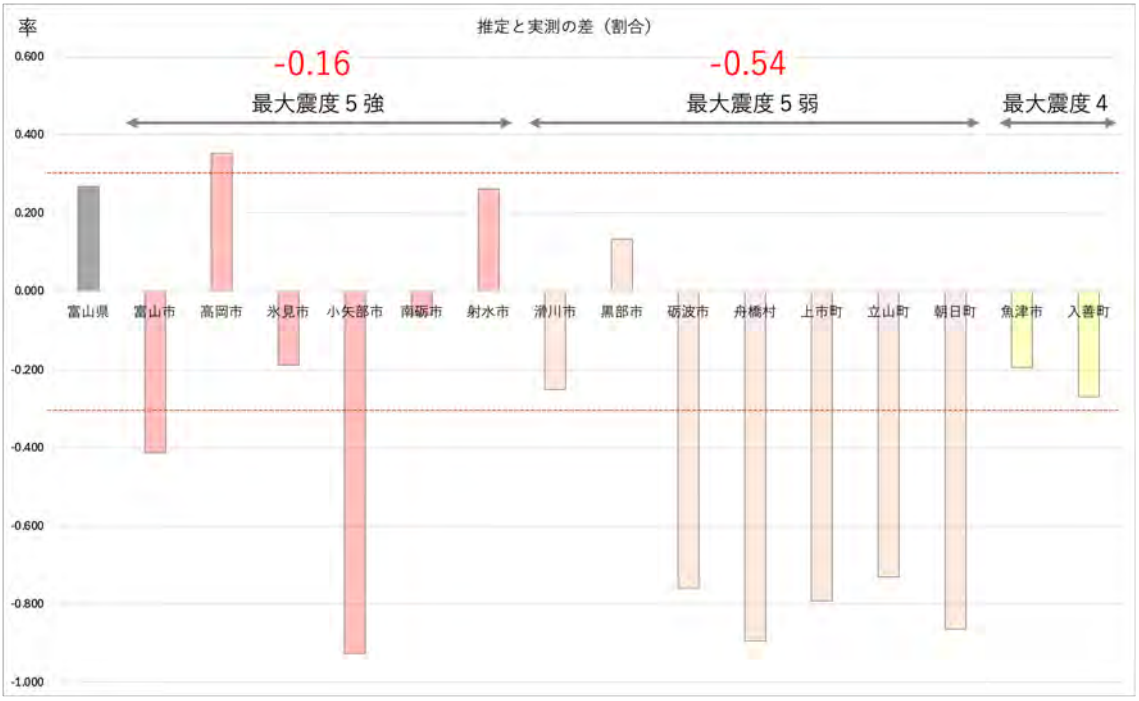


図2　能登半島地震における富山県内の避難所開設数の考察

令和７年度年次報告

課題番号：TYM_03

（1）実施機関名：

富山大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火口近傍の噴火堆積物の層序と時系列変動にもとづく小規模噴火の噴火履歴・噴火過程の解明

（英文）Understanding the history and process of small-scale eruptions based on stratigraphy and time-series variation of proximal eruptive deposits

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
６観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、従来の地表調査に加え、湖沼・湿原での調査も行い、過去の噴火事象の特定とその時間的推移の解読を進め、高リスク小規模噴火に該当する噴火の発生履歴を明らかにする。各噴火の規模、噴火周期や噴火卓越期の有無、水蒸気噴火とマグマ噴火の発生頻度まで明らかにしたい。噴火堆積物については物質科学的解析を行い、水蒸気噴火の発生源である熱水系やその下部に存在するマグマ系の物理化学的状態とその時間的進化、噴火メカニズムにまで踏み込んだ検討を行う。また近年の阿蘇中岳の１～２年間の噴火活動で採集された火山灰に対して岩石磁気学的分析を行い、岩石磁気学的性質と岩石学的な特徴の関係性、さらには岩石磁気学的性質の時間変化と噴火推移との関係性を評価する。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本課題では、従来の地表調査に加え、湖沼・湿原での調査も行い、過去の噴火事象の特定とその時間的推移の解読を進め、高リスク小規模噴火に該当する噴火の発生履歴を明らかにする。各噴火の規模、噴火周期や噴火卓越期の有無、水蒸気噴火とマグマ噴火の発生頻度まで明らかにしたい。噴火堆積物については物質科学的解析を行い、水蒸気噴火の発生源である熱水系やその下部に存在するマグマ系の物理化学的状態とその時間的進化、噴火メカニズムにまで踏み込んだ検討を行う。また近年の阿蘇中岳の１～２年間の噴火活動で採集された火山灰に対して岩石磁気学的分析を行い、岩石磁気学的性質と岩石学的な特徴の関係性、さらには岩石磁気学的性質の時間変化と噴火推移との関係性を評価する。

年度ごとの計画は以下のとおりである。

［令和６年度］

草津においては、通常の地表調査と並行し、火口湖（弓池など）や湿原（芳ヶ平）での湖底または湿原堆積物の採取とテフラの検出を行う。検出された各テフラ及び溶岩体について年代測定・物質科学的解析を行う。阿蘇においては、近年の爆発的噴火に伴う堆積物調査と物質科学的解析を進める。また、噴火履歴に関する地質調査も実施する。また、阿蘇中岳2019-2020年噴火の火山灰試料について、磁性粒子の岩石学的記載を行う。すでに得ている岩石磁気学的データとの統合を行い、磁性粒子の時系列変化を把握する。

［令和7年度］

草津においては、主要調査地点を変えて前年度と同様の調査研究を継続する。白根、逢ノ峰、本白根、志賀の代表的水蒸気噴火のテフラについて物質科学的解析を行い、噴火発生場毎の熱水系の相違を明確にする。阿蘇（噴火履歴調査）においては、前年度の調査研究を継続する。また、阿蘇中岳2014-2015年噴火の火山灰試料の岩石磁気学的分析を行う。

［令和8年度］

草津においては、前年度と同様の調査研究を継続する。阿蘇（噴火履歴調査）においては、前年度までの調査研究を継続する。また、阿蘇中岳2014-2015年噴火の火山灰試料について、磁性粒子の岩石学的記載を行う。すでに得ている岩石磁気学的データとの統合を行い，磁性粒子の時系列変化を把握する。

［令和9年度］

草津においては、前年度までの調査研究を継続する。得られた知見を整理し、階段ダイアグラムと事象分岐系統樹を作成する阿蘇（噴火履歴調査）においては、前年度までの調査研究を継続する。また、阿蘇中岳2014-2015年噴火・2019-2020年噴火におけるそれぞれの磁性粒子の時系列変化を比較して、相違点を把握する。

［令和10年度］

草津においては、前年度までの研究を継続する。また、年度内に成果を取りまとめて、学術論文として公表する。阿蘇（噴火履歴調査）においては、中岳における水蒸気噴火の推移と特徴、さらに過去数千年間における噴火発生履歴をとりまとめて、学術論文として公表する。また、阿蘇中岳2014-2015年噴火・2019-2020年噴火におけるそれぞれの磁性粒子の時系列変化と地球物理学的観測データにみられる時系列変化の関係性を把握する。得られた成果を学術論文として投稿する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

志賀火山および草津白根火山を対象として、湖沼堆積物を用いた小規模水蒸気噴火履歴復元手法の有効性を検証した。志賀火山・大沼池および草津白根火山・平兵衛池において湖沼堆積物コアを採取し、X線CT観察およびItraxによる元素分析を実施した。その結果、両湖沼において湖沼堆積物中に挟在するテフラ層準で、Ti、K、Si、Fe、Sなどの特徴的な組成変化を確認し、地表では保存されにくい小規模水蒸気噴火噴出物が湖沼堆積物中に良好に保存されている可能性を示した。

阿蘇火山中岳第1火口における2021年10月20日の爆発的噴火では、噴石や火砕流が発生して火口周辺域に甚大な被害を及ぼした。令和７年度は火口近傍域での噴出物調査を実施した結果、この噴火に伴う噴石は第1火口中心から1.2 km付近にまで飛散していることがわかった。その中で最大のものは第1火口中心から南西300 m付近に存在しており、長径が2.8 mであった。噴石はすべて玄武岩質安山岩質の類質岩片であり、新しいマグマに由来するような岩石ではなかった。

阿蘇中岳2014-2015年噴火で採取された火山灰試料について各種岩石磁気分析を計画通りに実施した。また、その結果を用いて時系列の変動について検討し、2019-2020年噴火の結果と比較を行った。磁性鉱物の岩石磁気パラメーターの変化は、活動活発期にはMrs/Msと保磁力（Bc）が上昇する傾向は一致していた。また、チタン含有量の異なるチタン磁鉄鉱二種が含まれていることも一致したが、含有比率については2019-2020年噴火と異なることが明らかとなった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、「分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究」における「高リスク小規模火山噴火」を主たる対象とし、噴出量が小さく地表に記録が残りにくい噴火事象の発生履歴と噴火過程を解明することを目的としている。特に、従来の地表調査に加えて湖沼・湿原堆積物を調査対象に含めることで、過去の噴火事象の特定とその時間的推移を復元し、水蒸気噴火とマグマ噴火の発生頻

度や噴火卓越期の有無を明らかにする点に本課題の特徴がある。

今年度は、志賀火山および草津白根火山を対象として、湖沼堆積物を用いた小規模水蒸気噴火履歴復元手法の有効性を検証した。火口近傍の大沼池および平兵衛池において湖沼堆積物コアを採取し、X線CT観察およびItrax元素分析を実施した結果、湖沼堆積物中に挟在するテフラ層準でTi、K、Si、Fe、Sなどの特徴的な組成変化を確認した。これは、地表では侵食等により保存されにくい小規模水蒸気噴火噴出物が、湖沼堆積物中に良好に記録されている可能性を示すものであり、「地震・火山現象の解明のための研究」に直接的に貢献する成果である。

また、阿蘇中岳における近年の爆発的噴火に伴う噴出物調査および火山灰試料の岩石磁気学的分析により、噴火推移と物質科学的指標の関係性に関する基礎的知見を得た。これらは、「火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行」に資する成果であり、高リスク小規模噴火の発生実態を多面的に捉える基盤を形成するものである。

以上の成果は、噴火発生頻度や影響評価の高度化を通じて、「災害の軽減に貢献する」という建議の目標に位置づけられる。今後は、年代測定や鉱物同定、地球物理観測データとの統合解析を進めることで噴火履歴と噴火過程の精緻化を図り、防災施策への科学的根拠の提供および人材育成へと展開していく予定である。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ishizaki, Y., Kametani, N. and Numata, W., 2025, Geology and eruptive history of Kusatsu-Shirane Volcano, In: Ohba T, Terada A (eds) Monograph Kusatsu-Shirane. Active Volcanoes of the World, 1-20, https://doi.org/10.1007/978-3-031-86137-6_1, 査読有, 謝辞有

Nakada, S., Nagata, N., Uesawa, S. and Miyabuchi, Y. (2025) Tephra hazard around Izu Oshima and Aso Volcanoes, Japan: Application of the automatically generated tephra distribution map. J. Disas. Res., 20(3), 298-307, https://doi.org/10.20965/jdr.2025.p0298, 査読有, 謝辞無

宮縁育夫・星住英夫、2025、阿蘇火山の地質: カルデラ形成噴火と後カルデラ活動、地質学雑誌、131(1)、319-342, https://doi.org/10.5575/geosoc.2025.0029, 査読有, 謝辞無

Miyabuchi, Y., Iizuka, Y. and Ogata, Y. (2026) Historical eruptions at Aso Volcano, Japan, spanning the last 800 years: insights from a high-resolution tephra record. Bull. Volcanol., 88, 20. https://doi.org/10.1007/s00445-025-01896-z, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

石崎泰男, 2025, 代表的成果：複数火口域の噴火履歴解明とその意義, 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト成果報告会

宮縁育夫・飯塚義之・遠入楓大・大倉敬宏, 2025, 阿蘇火山中岳2019～2020年マグマ噴火時の火山灰噴出量・構成物・化学組成, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-07

平田 碧・大場 司・宮縁育夫, 2025, 阿蘇火山2019年から2020年噴火火山灰の鉱物学的特徴, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC34-P18

宮縁育夫・飯塚義之・緒方裕也, 2025, 阿蘇火山中岳火口周辺域における最近約800年間のテフラ層序, 日本第四紀学会2025年大会, O-02

平田 碧・大場 司・宮縁育夫・高橋亮平・パーリン カバルビアス マナロ・佐藤比奈子, 2025, 硫黄同位体分析に基づく阿蘇火山2019～2020 年噴火の活動推移, 日本火山学会2025年度秋季大会, 12

中田節也・永田直己・上澤真平・宮縁育夫, 2025, 伊豆大島と阿蘇火山におけるテフラハザード評価: 自動描画テフラ分布図の応用, 日本火山学会2025年度秋季大会, 92

Anai, C., Ohkura, T., Mochizuki, N.,Yoshikawa, S. and Miyabuchi, Y., 2025, Preliminary results of rock-magnetic study on volcanic ash from the 2014-2015 eruption of Nakadake first crater,

Aso Volcano, SGEPSS 2025年秋季年会, R004-11

瀬戸口海翔・石崎泰男・青木大和・角野浩史, 2025, K-Ar年代代から見た草津白根火山の活動史, 日本火山学会講演予稿集, P23

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

草津白根火山および志賀火山においては、前年度までに実施してきた調査研究および本年度に確立した湖沼堆積物を用いた小規模水蒸気噴火履歴復元手法を踏まえ、前年度と同様の調査研究を継続する。地表調査に加え、湖沼・湿原堆積物を対象とした調査を引き続き実施し、これまで未調査であった火口近傍の湖沼・湿原にも調査対象を拡張する。本年度は最長約50 cmのコア試料の回収にとどまったことから、令和8年度は採取手法および機材構成を見直し、より深部まで連続的な堆積記録の取得を目指す。回収試料については、X線CT観察や元素分析等を継続し、小規模噴火堆積物の層序把握および噴火履歴解明に向けた基礎データの蓄積を進める。

阿蘇火山においては、引き続き中岳火口周辺域の噴出物調査を実施し、2021年10月などの爆発的噴火の特徴を明らかにする。また、阿蘇2014-2015年噴火火山灰の岩石磁気測定を完了させ、追加でSEMでの観察を行う。時系列変化を2019-2020噴火火山灰と比較し、違いが見られる部分（磁性鉱物種の量比やサイズの違い等）について解析を行う。各種物理観測結果の報告と比較を行い、噴火メカニズムとの関連性についての検討を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

石崎泰男（富山大学学術研究部都市デザイン学系）, 石川尚人（富山大学学術研究部都市デザイン学系）, 川崎一雄（富山大学学術研究部都市デザイン学系）, 横尾亮彦（京都大学理学研究科）, 大倉敬宏（京都大学理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

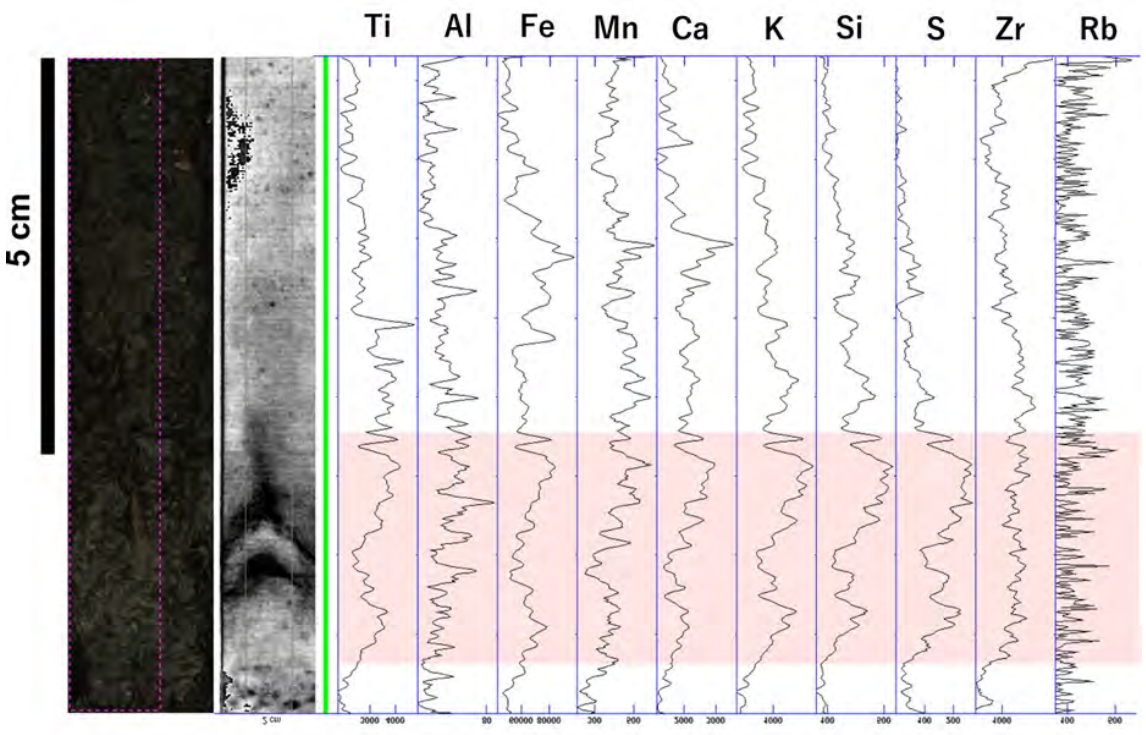
宮縁育夫（熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター）, 望月伸竜（熊本大学大学院先端科学研究部）, 亀谷伸子（山梨県富士山科学研究所）, 寺田暁彦（東京科学大学総合研究院）, 穴井千里（高知大学海洋コア総合研究センター）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：富山大学学術研究部都市デザイン学系
電話：076-445-6656
e-mail：ishizaki@sus.u-toyama.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

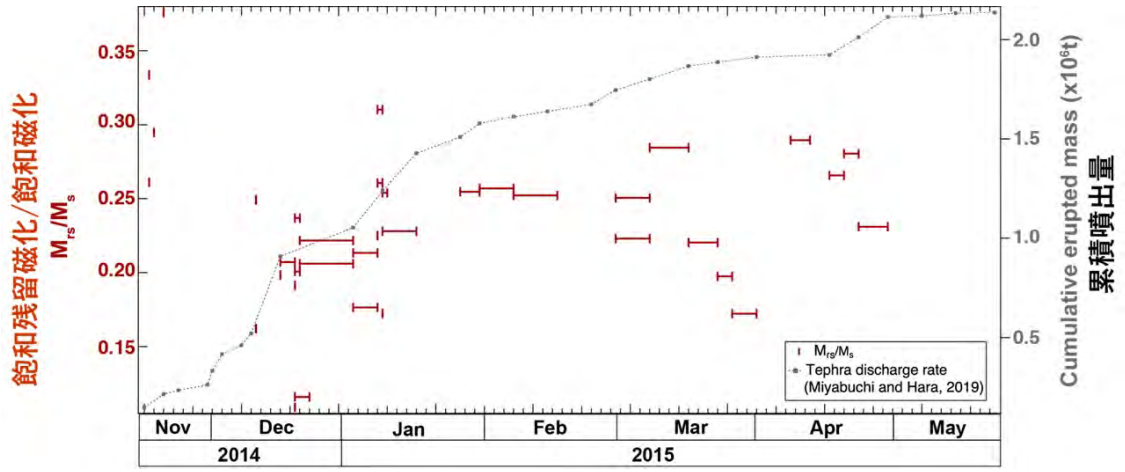
氏名：石崎泰男
所属：富山大学学術研究部都市デザイン学系



第1図：草津白根火山の平兵衛池から採取したコア試料の分析結果
左端がコア試料、その隣がCTスキャン画像。試料の下部のテフラと推測される範囲（背景が淡い赤）では，Fe，K，Si，Sなどが増加する傾向が見られる．



図2 2021年10月20日噴石による中岳第1火口周辺の被害状況と最大級の噴石（熊本大学撮影，阿蘇火山防災会議協議会提供）



第3図
2014-2015年噴火火山灰の飽和残留磁化/飽和磁化（Mrs/Ms）と累積噴出量（Miyabuchi and Hara, 2019)の比較。活動活発期に飽和残留磁化/飽和磁化が上昇する特徴は， 2019-2020年噴火火山灰から得られた挙動と一致する。

令和７年度年次報告

課題番号：UTH_01

（1）実施機関名：

東京大学史料編纂所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）史料による近代以前の地震・火山活動の調査・分析とその公開
（英文）Investigation and analysis of pre-modern earthquakes and volcanic activities based on historical materials and their publication

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
４ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）本課題の５か年の到達目標：

前々期および前期の研究計画では、「機器による近年の記録だけでなく、より古い時代の情報も合わせた長期間かつ広範囲のデータの収集・分析を進める必要がある」との認識に基づき、史料のテキストデータや考古データのデータベース化に注力し、地震・火山噴火現象に関する知見が大きく上積みされた。

こうした状況を背景に、本研究課題は、近代的な観測データが整備される以前の地震・火山噴火に関連する史料を収集し、それに基づいたデータベースを拡充することによって、近代以前の地震・火山噴火に関する情報の基盤を形成し、長期的な地震・火山活動の解明と予測に関する研究に資することを目的としている。

今期研究計画においては、既公開の地震史料の校訂と新たな史料の収集により、前期研究計画で構築・公開した「地震史料集テキストデータベース」を拡充する。これはOCR等を活用して既刊の地震史料集をテキスト化し、データベースとして公開したものだが、既刊の掲載史料には信頼性の劣るものや、誤読・脱漏などもあり、より正確なデータとするためには歴史研究者による校訂が欠かせない。すでに校訂を開始しているが、今後5年間で『増訂大日本地震史料』に由来するテキストについては終了のめどが立つようにしたい。

前期計画では、史料本文中の地名への緯度・経度の情報の付与と地理情報システム上での表示に関するプログラムの開発に着手したが、試験運用に向けてその開発を進めることが、今期計画でデータベースの拡充を図るうえでの目標となる。それによって、他のデータベースとの連携や他分野の知見との融合が図れれば、地震・火山噴火現象についての理解の精度が上がる可能性があり、その点でも重要な研究である。

また、収集・蓄積した史料に基づいて、近代以前の地震・火山噴火の実態や、現代とは異なる社会状況の下で発生した災害のなかでの人々の行動や復興などに関する検討を進める。

（6）本課題の５か年計画の概要：

研究計画期間を通じて、以下の内容について計画を進める。「地震史料集テキストデータベース」の拡充については、東京大学地震火山史料連携研究機構の課題と連携して進める。

①今期研究計画において公開した「地震史料集テキストデータベース」に収録された史料について、原典史料による校訂を継続して実施する（令和6～10年度）。

②全国各地の史料所蔵機関に所蔵される日記史料を中心に地震・火山史料の収集を行い、新発見の史料については「地震史料集テキストデータベース」に順次搭載する。史料調査先として、令和6～8年度は主に西日本、令和9～10年度は主に東日本を予定している。

③蓄積した地震史料によって、19世紀初めから明治初年に至る全国各地の震動状況を分析する（令和6～10年度）。その結果を可視化し、可能なものから公開する。

④「地震史料集テキストデータベース」に収録された地名に位置情報を付与し、地図表示できるようにする。地名数が膨大になるため，史料から自動抽出する方式と、地名に位置情報を効率的に付与する方式の開発を行う。地震史料中の地名を人間文化研究機構の歴史地名データと照らし合わせながら地名データの整備を行う（令和6～10年度）。

⑤史料を活用して、個別の地震・火山活動の実態、人々の行動や復旧・復興などについて検討する（令和6～10年度）。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

1）前計画期間中に引き続き、地震史料集テキストデータベースの原典による史料校訂、およびデータ修正の作業を、増訂3を対象に進めた。

2）史料と史料に登場する地名の関係を、WebGISベースのシステムを介して可視化（地図上に表示）するために、令和3年度より、自然言語処理を専門とする情報工学研究者と連携して、AIによる史料中の地名表現の自動抽出、および地名表現のマークアップに取り組んでいる。今年度は、昨年度までに実施した地震史料集の新収2別・3・4・4別に対する地名抽出結果を用いて、新収2・5・5別・6-1に対する地名の自動付与に着手した。地名抽出のアルゴリズムは、昨年度用いた手法をそのまま用いることにした。また、抽出した地名に対する緯度・経度の自動付与（人間文化研究機構が提供する歴史地名データを用いて、テキスト中に出現する空間表現の重心を基にして緯度・経度を自動推定）についても実験的に開始した。さらに、地名抽出および緯度経度付与の結果をテキストに埋め込み、XML形式として出力した。

3）本研究課題に関連して以下の史料調査、分析を実施した。

①鹿児島大学附属図書館において、「肝付家文書」のうち「日記抜萃」（既刊地震史料集未収録）を調査・撮影し、享保十三年六月三日の地震により鹿児島でも被害が出ていたことなどを確認した。

②鹿児島県歴史・美術センター黎明館において、同館保管の「霧島山新燃絵図」を熟覧した。霧島享保噴火を描いた絵図は知られておらず、次年度に調査・撮影する予定である。

③立花家史料館において、「立花家文書」を調査した。

④臼杵市文化財管理センターにおいて、「臼杵藩御会所日記」を調査・撮影し、新出地震記事を収集した。

⑤宇和島伊達文化保存会において、「宇和島伊達家文書」のうち「国元日記」「江戸日記」を中心に調査し、新出地震記事を収集した。

⑥西条市立小松温芳図書館において、「小松藩会所日記」「高鴨神社日次記録」を調査した。

「小松藩会所日記」には、天保五年八月十日の地震後、千足山村老川で居宅の山が崩れたとする記述（既刊地震史料集では省略）や、地震の4日前に大雨で出水したとする記述があることが判明した。地震後の山の崩落は、大雨も影響した複合災害の可能性が考えられる。

また、嘉永七年十一月五日の安政南海地震後には、今在家や北条などの沿岸部で海からの浸水に関する記述が多数あることが判明した。地震後、海面水位が高くなる時期には、海からの潮が流入するだけでなく、潮が川に遡上して溢水した記述もあり、前年までにはなかった状況に対して土手の嵩増しなどで対応したことがみてとれる。当該地域は宝永地震による津波で壊滅、沈下し、18世紀に再開発が行われていたが、安政南海地震においても開発地全体が沈下した可能性が考えられる。

⑦春日大社において、「春日大社神事日記」（既刊地震史料集未収録）を調査し、文政京都地震や安政南海トラフ地震などのほか、浅間山天明噴火に伴う空振に関する新たな記事を確認した。これ以外

の複数の地点でも、新出史料で空振に関する記事を確認し、美濃や尾張では、天明三年七月八日の大噴火に至る前の六月中から、空振が鳴動音として感知されていたことも判明した。
⑧浜松市博物館において、「山住神社文書」（同館へ寄贈予定）を調査し、「山住記」などで地震記事を確認した。
⑨仙台市博物館において、「伊達家文書」「仙台史料」を調査した。「仙台史料」は、他に写本など別本はなく、仙台藩の藩政史料をまとめた治家記録を典拠とする記事が多いが、安政江戸地震とその後の状況を伝える記述があることが判明した。
⑩購入した「鳥海山焼并地震之記」を翻刻し、享和元年鳥海山噴火および文化元年象潟地震の前後の状況を伝える記述について確認した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
既刊地震史料集の電子化を完了し、地震史料集テキストデータベースを公開していることによって、建議の計画の概要2-1(1)に「長期間における地震・火山現象とそれに伴う災害を正確に把握するために、史料・考古・地形・地質データの収集と解析を継続するとともに、データベースの改訂や機能拡充を行う」とあることに、また、日記史料を中心に調査を実施し、地震・火山噴火に関する記事を収集することによって、(2)に「機器による記録のない過去の事象を取り扱うことが可能な研究手法として、史料・考古データの分析や、地形・地質学的調査、地質試料の分析・実験等を実施し、低頻度かつ大規模な地震・火山噴火の発生履歴、準備過程、発生過程に関する情報をできるだけ定量的に収集する」とあることに貢献できた。これは、計画の実施内容1-1アに「大学は、地震・火山関連史料集のデータベースを拡充する」とある計画にも該当する。今後は史料テキストの修正・補充、地名への位置情報付与とその地図表示の実現、史料の活用による地震・火山噴火の研究が課題となる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

水野 嶺、2025、史料にもとづく阿蘇火山における19世紀前半の噴火活動の再構築、火山、70（2）、79-91, 査読有, 謝辞有

榎原雅治、2025、寺社修造状況からみた「明応南海地震」、歴史地震、40、45-63, 査読有, 謝辞無

水野 嶺、2025、明応七年六月十一日地震の再検討、歴史地震、40、121-129, 査読有, 謝辞有

水野 嶺・加納靖之・榎原雅治、2025、日向灘を震央とする可能性のある近世の地震、地震、第2輯78、147-165, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

服部健太郎・大邑潤三・杉森玲子、新聞記事を用いたフィリピン海プレート周縁部における19世紀後半の海域火山噴火記録の収集：1870年前後の須美寿島付近の海底噴火と新島の形成、日本地球惑星科学連合2025年大会、SVC36-P09

杉森玲子、2025、史料からみた江戸の地震被害、第140回東京大学公開講座「災害」

水野 嶺、2025、阿蘇山噴火を記録する史料、歴史噴火に関する勉強会（地震火山観測研究推進協議会「史料・考古計画推進部会」「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」共催）

杉森玲子、2025、北海道駒ヶ岳1640年噴火、歴史噴火に関する勉強会（地震火山観測研究推進協議会「史料・考古計画推進部会」「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」共催）

杉森玲子、2025、史料からみた南海トラフ地震、第20回東京大学の海研究 海洋アライアンスシンポジウム「南海トラフ地震を考える」

杉森玲子、2025、地震・火山史料の収集と研究資源化、第8回東アジア史料研究編纂機関国際学術会議 「アジア歴史資料の保全と学術資源化」

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

項目：地震：歴史史料収集

概要：歴史地震・火山噴火の記録の調査のため、下記の史料所蔵機関で19世紀の日記史料を中心に調査を実施した。 鹿児島大学附属図書館、鹿児島県歴史・美術センター黎明館、立花家史料館、臼杵市文化財管理センター、宇和島伊達文化保存会、西条市立小松温芳図書館、春日大社、浜松市博物館、仙台市博物館

既存データベースとの関係：地震史料テキストデータベース（https://materials.utkozisin.org/）に収録されているデータの校正および追加収録するデータの収集、日記史料有感地震データベース（http://wwweic.eri.u-tokyo.ac.jp/HEVA-DB/）に追加収録するデータの整理

調査・観測地域：

調査・観測期間：

公開状況：

（10）令和８年度実施計画の概要：

1）前計画期間において公開を開始した地震史料集テキストデータベースの本文について、原史料による校訂を進め、誤りを修正するとともに、収録されていない記事を補充する。

2）地震史料集テキストデータベースに含まれる地名を自動抽出し、位置情報を付与するための研究を進める。また、位置情報を与えて地名を地図上に表示するための方法を検討する。

3）近代以前の地震・火山噴火に関する新たな史料の調査・収集を行う。

4）史料やデータベースを活用して、17～19世紀の地震・噴火の事象についての具体的な事例研究を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

杉森玲子, 及川 亘, 荒木裕行, 林 晃弘, 山田太造, 小瀬玄士, 小林優里, 水野 嶺

他機関との共同研究の有無：有

古村孝志（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 鶴岡 弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 加納靖之（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 前野 深（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 大邑潤三（東京大学地震火山史料連携研究機構）, 佐竹健治（東京大学地震研究所）, 榎原雅治（地震予知総合研究振興会）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：

電話：

e-mail：

URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：杉森玲子

所属：東京大学史料編纂所

令和７年度年次報告

課題番号：UTS_01

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）先進的な測地観測データの有効利用に向けた広域地殻変動モデルの開発
（英文）Global deformation modeling for effective use of advanced geodetic data

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）本課題の５か年の到達目標：

GNSS, GRACE等の宇宙測地技術や海底測地観測によって，巨大地震の直後から卓越する粘弾性緩和や，巨大地震の数カ月前に発生した列島規模の重力異常といった新しい現象が報告されている。これらに共通するのは変動の空間スケールが100 km以上にも及ぶことである。こうした大規模な変動や重力場の変化を物理モデルで扱うには，地球を自己重力の働く球体として扱うのが自然であるが，国内ではそのようなモデルがほとんど開発されていない。また，固体地球潮汐，海洋潮汐等の比較的空間スケールの大きな変動が，プレート境界に応力擾乱を及ぼしスロー地震を誘発させることも明らかになってきた。球体モデルは，そのような広域的な応力擾乱の影響を調べる際にも有用である。
本課題は，先進的な測地観測技術（海底地殻変動計測，欧米で開発中の新しい重力衛星，一般相対論に基づいて重力ポテンシャルを測る光格子時計）で得られるデータを有効に活用するため，広域地殻変動と重力場変化を正確に計算できる球体モデルを開発する。また，室内実験や地球物理観測から示唆されている非線形レオロジーも取り込めるよう拡張する。このモデルを用いると地殻変動の粘弾性グリーン関数を構築できるため，プレート境界すべりの把握やスロー地震を含む地震発生サイクルモデルの高度化に貢献することが期待できる。5か年で，１）三次元的な粘弾性構造の不均質，自己重力，非線形レオロジーを考慮した球体モデルを実データへ適用するための効率的な計算手法を開発し，２）先進的なデータが加わった場合に得られる効果をシミュレーションおよび実際の観測データを用いて定量的に示すことを目指す。

（6）本課題の５か年計画の概要：

研究期間全体を通してモデル開発を進めるとともに，研究期間後半で新しいデータを用いることによる改善効果を実証する。
１年目：非線形レオロジーの球体モデルへの取り込み

２年目：不均質やレオロジーのパラメータが地殻変動，重力場に与える影響のフォワードモデリングによる調査
３年目：新たな衛星重力データを用いた場合に拘束が可能となる，粘弾性レオロジーやプレート境界すべりの，疑似データを用いたシミュレーションによる特定
４年目：地殻変動の短波長成分の効率的な計算手法の開発
５年目：2011年東北地震の粘弾性緩和モデルと光格子時計データとの比較，南海トラフの測地データを用いたプレート境界すべりの球体モデルによる推定

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

計画の通り進行中である。令和７年度は、不均質やレオロジーのパラメータが地殻変動，重力場に与える影響を、フォワードモデリングにより調べた。その結果、深さ方向の温度プロファイルによって粘弾性変形のパターンが大きく異なり、また、非線形レオロジーを考慮するとウェッジマントルに粘弾性変形が集中し、大きな重力変化を生じさせることが分かった。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

1 地震・火山現象の解明のための研究　(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究　(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）ア. プレート境界巨大地震の長期予測
6 観測基盤と研究推進体制の整備　(1) 観測研究基盤の開発・整備　イ. 観測・解析技術の開発

本計画で開発した理論は、欧州宇宙機関ESAの次世代重力衛星による地震シグナルの検出可能性の評価に採用されることが決まった。これは広い意味で上記６に寄与する。また、1920年以降の日本列島域で発生した大地震により蓄積した粘弾性余効変動に伴う重力変化速度を見積もり、GRACE衛星重力データと比較した。その結果、東北地方太平洋沖地震前の長期的な変化速度を説明するような粘性構造では、東北地方太平洋沖地震に伴う粘弾性変形速度を説明できないことが分かった。地震前後の変化速度を整合的に説明可能な、不均質を考慮した粘性構造の解明が、巨大地震発生サイクルの理解に重要であることが明らかになり、この解明に取り組むことは上記１，２に寄与する。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Lili Ge (2025) A Theoretical Assessment of Long-Term Gravity Variations Induced by Large Earthquakes: A Case Study Toward Next-Generation Satellite Gravimetry, 東京大学大学院理学系研究科 修士論文 2025/9, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

中小路一真、田中愛幸、Volker Klemann, Zdenek Martinec (2025) 地震後重力変化に対する温度および応力依存レオロジーの効果, 日本測地学会第144回講演会, 2025/10/30,釧路市

中小路一真、田中愛幸、Volker Klemann, Zdenek Martinec(2025) 非線形レオロジーを考慮した地震後重力変化モデリング：衛星重力観測への応用,日本地球惑星科学連合2025年大会, 2025/5/29, 千葉市

Kazuma Nakakoji, Yoshiyuki Tanaka, Volker Klemann, Zdenek Martinec(2025) Short-term postseismic gravity changes driven by nonlinear rheology, ESA Living Planets 2025, 2025/6/22, Vienna, Austria

Lili Ge, Yoshiyuki Tanaka, Kazuma Nakakoji, Volker Klemann, Zdenek Martinec(2025) Theoretical Assessment of Long-Term Gravity Variations Induced by Large Earthquakes: A Case Study Toward Next-Generation Satellite Gravimetry, International Joint Workshop on

Slow-to-Fast Earthquakes 2025, 2025/9/24, Kochi city

Lili Ge, Yoshiyuki Tanaka, Kazuma Nakakoji, Volker Klemann, Zdenek MartinecDetectability of earthquake-induced signals in future gravity mission observations, Japan Geoscience Union Meeting 2025, 2025/5/25, Chiba city

Lili Ge, Yoshiyuki Tanaka, Kazuma Nakakoji, Jill Peikert, Meike Bagge, Andrea Hampel, Volker Klemann, Linus Shihora, Henryk Dobslaw (2025) Detectability of earthquake-induced signals in future gravity mission observations, ESA Living Planets 2025, 2025/6/23, Vienna, Austria

Yoshiyuki Tanaka, Yoshiaki Tamura, Takaaki Jike, Yosuke Aoki, Ryuichi Ichikawa, Hiroshi Takiguchi., Hiromu Sakaue, Tomoaki Oyama, Aya Yamauchi, Ichiro Ushijima, Masao Takamoto and Hidetoshi Katori (2025) Development of geoscience applications of optical lattice clocks in Japan, ESA Living Planets 2025, 2025/6/26, Vienna, Austria

Yoshiyuki Tanaka, Yoshiaki Tamura, Takaaki Jike, Natsuki Kikuchi (2025) Report on the continuous observation by the superconducting gravimeter at Mizusawa, 2025 ENIGMA Collaboration Workshop on Astrophysics and Geophysics, 2025/11/11, Jeongsun, South Korea

菊池夏生、田中愛幸、田村良明、寺家孝明（2025）岩手県奥州市水沢における重力変動, 日本測地学会第144回講演会, 2025/10/30,　釧路市

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

開発した非線形レオロジーのモデルを用いて、時空間分解能の改善した衛星重力データを用いることで、すべり分布や温度構造をどれだけ制約できるかシミュレーションで明らかにする。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

田中愛幸（東京大学大学院理学系研究科）, 中小路一真（東京大学大学院理学系研究科）, Lili GE（東京大学大学院理学系研究科）

他機関との共同研究の有無：有

Volker Klemann（GFZ Potsdam）, Henryk Dobslaw（GFZ Potsdam）, Zdenek Martinec（DIAS）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：田中愛幸
所属：東大院理

令和７年度年次報告

課題番号：UTS_02

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）コミュニティ断層モデルの構築と公開
（英文）Development of open access community fault model

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

コミュニティ断層モデル（CFM）は，強震動計算などの地震災害研究や震源過程のシミュレーションやデータ解析などの基礎研究において幅広く使用することを目的とした３次元非平面モデルである．諸外国で構築が進んでおり，広く研究コミュニティ（米国SCECなど）による評価を受け，継続的な更新がされていることが特徴である．本研究課題では，上流側の活断層地形・地質，地下構造から下流側の地震動，震源物理，地殻変動までの，幅広い研究者が参加して，これら問題を乗り越える日本版CFMを構築し公開することを目的とする．今後５年間で，地震本部で定めた主要活断層帯を目安にして，３次元形状モデルを構築して使いやすい形で公開することを目標とする．さらに速度構造モデル構築の事業とも連携し，地震・津波研究の共通データ基盤を与えられるようにする．

（6）本課題の５か年計画の概要：

1～2年目では，既存データに基づくコミュニティ断層モデルVer. 1の構築と評価を経てオンライン上で公開する．諸外国の例を参考にVer.1はすでに公開されているカタログ値を用いることとし，産総研活断層データベースに収録された地表トレース位置と地震本部の長期評価およびJ-SHISモデルで定められた断層傾斜角を用いて3次元断層モデルを作成する．形状モデル作成のために，GISソフトのArcGISとCADソフトのLeapFrogを使用する．
3～5年目では，個々の断層帯で異なるデータの量と質を考慮して，可能な断層帯についてはより詳細なモデルへの更新（Ver. 2）を行う．また，地下構造について解釈の定まっていない断層については，両論併記するため，オルタナティブモデルも併せて作成して公開する．計画終了時点で，災害誘因予測や地震発生過程の研究での使用状況を踏まえ，モデル化方法や利活用における問題点とその改善を検討し，その後のモデル更新における課題を整理する．

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題において、３次元断層形状を作成する技術的手法はニュージーランド（NZ）のコミュニティ断層モデルで開発された手法を用いている。NZと日本では用いるデータセットや解像度が異なるため、手法に対して独自の最適化が必要となることが明らかとなった。本年度は、地震本部の認定する約100のすべての主要活断層帯についての3次元断層形状モデルを対象とし、これまでに機械的に作成してきたモデルの品質確認と修正、技術課題の整理を行った。また、産総研活断層データベースに収録される断層トレースデータが一部更新されたことにともない、昨年度作成された断層モデルの一部を更新した。モデル作成の手順は、１）地表トレースの単純化と２）３次元形状モデルの作成の二段階に分けられる。今年度の成果と明らかになった課題は以下の通りである。

１）産総研活断層データベースに収録の活断層地表トレースを、できるだけ客観的な基準を用いて単純化し、データの中から副次断層を取り除き主断層のみを抽出し、細かく分割表現された断層トレースの接合を行った。しかしながら、この操作は機械的な作業のみでは対応が困難であり作業者の主観が入る余地があるため、全体の品質確認の段階で相当程度を見直す必要があった。これらの点については、作業ログとして記録し、後ほど行う専門家による評価の資料とすることとした。

２）次に、J-SHISモデルで採用された各断層セグメントの傾斜角の値を用いて、地表トレースを地下まで延長して3次元形状を構築した。この作業には、CADソフト（Leapfrog（Bentley社製））を用いて行った。３次元断層形状を作成するにあたって、傾斜角と一般走向が異なる断層セグメントを接合する場合において、従来の手順に則ってCADによって作成される形状は、特有のゆがみが生じることが明らかになった。この問題を解決するために、NZ側の研究協力者に依頼し作業に用いるPython scriptの改良を行ったところ、適切な形状モデルが生成されるようになることを確認した。

これらのモデル品質の確認の段階で新たに明らかになった課題の解決に時間を要したものの、モデル作成は概ね完了しつつある。今後はこのモデルの地球科学的な妥当性についてコミュニティでのオープンに評価する。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究で作成する3次元断層モデルは、広く一般に公開して、地震と活断層の関連研究に利用できるようにする。建議項目の、現象解明に留まらず、長期予測、災害誘因予測などの基本情報を提供するものであり、それら研究を通じて、広く社会還元することができる。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

安藤亮輔, 2025, 3次元断層形状の動的破壊過程に与える効果とコミュニティ断層モデル整備の重要性, 日本地震学会秋季大会, 福岡, S24-05

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

主要活断層帯の3次元形状モデルの試作版について専門家による評価を行う。評価のための会合は、二日間程度でハイブリッド開催する。そこで提出された意見にもとづいて修正を行う。このようにして一定のコンセンサスを得る手続きを経て、数値データとしてモデルを公開する。また継続的なデータ公開のためのプラットフォームを構築する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

安藤亮輔（東京大学，大学院理学系研究科）

他機関との共同研究の有無：有

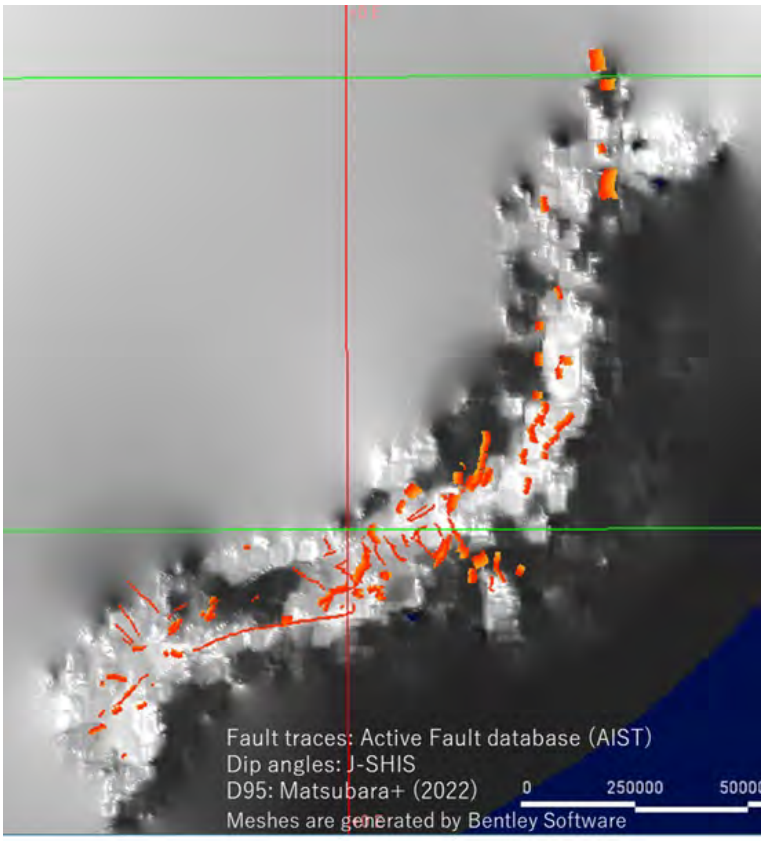
吾妻崇（産業技術総合研究所，活断層・火山研究部門）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：安藤亮輔
所属：東京大学，大学院理学系研究科



3次元断層モデル（評価前版）
作成した3次元断層モデル。今後の評価で修正される可能性がある。

令和７年度年次報告

課題番号：UTS_03

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）フィリピン海プレート縁辺の海溝沿いを対象とした古津波履歴と規模の高精度復元
（英文）Reconstruction of paleotsuami histories at subduction zones along the Philippine Plate

（3）関連の深い建議の項目：

２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
ア. プレート境界巨大地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（5）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、フィリピン海プレート縁辺を調査対象地域とし、確度の高い識別プロキシを用いた津波堆積物の認定を行った上で、多点放射性炭素年代測定とその統計解析によって、各海溝沿いの基準となる年代モデルの構築を行うことを目的とする。そして、フィリピン海プレート縁辺の各沈み込み帯における津波履歴・規模の最新成果を提示し、巨大地震・津波の長期評価へと繋げる。

（6）本課題の５か年計画の概要：

本研究では、(1) フィリピン海プレート縁辺の複数地点で試料を採取し、(2) 津波堆積物の識別を行ったのちに、(3) 多点放射性炭素年代測定で津波発生年代を特定する。
(1) フィリピン海プレート縁辺での試料採取（令和6-8年度）　調査対象は南海トラフ、相模トラフ、南西諸島海溝、伊豆小笠原海溝沿いの複数地域とする。先行研究、地形判読、および申請者らの既往調査実績等に基づき調査地点を厳選し、網羅的に予備的な調査を行う。予備調査で選別した研究に適した調査地において本調査を行い、長さ数メートルの連続試料や巨礫に付着したサンゴ試料などの採取を行う。
(2) 津波堆積物の識別（令和7-9年度）　(1) で採取した試料に含まれるイベント堆積物が津波で堆積したかどうか識別を行う。津波流入の痕跡は、イベント直後は残っていることがあるものの、生物擾乱や地下水の移動などにより、時間経過とともに失われてしまう。津波堆積物の確かな識別には、長期間（数百年～数千年間）地層中に保存されるポテンシャルを持ち、かつ、信頼性の高い証拠を見つけ出す必要がある。そこで、生物起源の有機化合物であるバイオマーカーや、存在している生物種が遺伝子レベルでわかる環境DNAなども活用し、イベント層の起源を直接的に明らかにすることを目指す。
(3) 多点放射性炭素年代測定による高精度年代決定（令和6-10年度）　(2) で認定した津波堆積物の高精度年代決定を行う。従来、津波堆積物の年代決定には、主に放射性炭素（14C）年代測定法が用いられている。本研究では誤差を極力なくすため、広域にわたる試料を統一した前処理手順、分析機器で測定を行う。また、本研究では同一層準で複数の年代測定を行うことで再現性を確認し、統計的手法を活用して真の年代を絞り込む。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は，南海トラフ沿い，相模トラフ沿いで重点的に現地調査を行った．南海トラフ沿いでは，紀伊半島西岸と南あわじ市沼島で調査を行った．紀伊半島西岸では人為的と考えられる礫が表層を厚く覆っており，適した試料を採取することは出来なかった．一方で，その内陸で予察的に掘削を行ったところ，少なくとも深度3 mまでは有機質泥層が堆積していることがわかった．予察的調査ではイベント層の確認は出来なかったものの，同地域は津波堆積物調査に適した地域であることがわかり，今後，掘削調査を進めることとした．沼島では，島中央に位置する汽水湖の複数地点で湖沼堆積物の掘削を行った．その結果，有機質泥層にイベント礫層が1枚挟在していることが確認出来できた．イベント礫層の上位と下位で年代測定を行った結果，1707年宝永地震もしくは1854年安政南海地震による津波で堆積した可能性があることがわかった．今後は，さらなる年代制約を行いイベントの特定を行い，数値計算による断層モデルの再評価を目指す．相模トラフ沿いでは房総半島沿岸の全域で予備調査を行い，調査適地と判断した南端（南房総）および西岸（富津岬）で本調査を行った．南房総では，深度0.5～0.7 m程度に存在する基盤岩の直上に貝殻片に富むイベント砂層を1層見つけることができた．現在年代測定中であるが，1703年元禄地震もしくは1923年大正関東地震による津波堆積物の可能性がある．今後，粒度分析による堆積学的特徴や珪藻分析による古環境復元を行い，津波堆積物かどうかの認定，堆積年代の決定，堆積プロセスの解明を行う．富津岬では，有機質層にイベント砂層が1～2枚挟在しているのを確認した．現在これらイベント砂層の堆積年代を決めるべく，年代測定を行っている．さらに，伊豆小笠原海溝沿いでは，伊豆大島の西岸で掘削調査を行った．その結果，円礫を含むイベント層の可能性のある層を確認することができ，サンプルを取得した．

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本課題は，過去の地震津波履歴や規模を把握するためのものであり，これまで挙げた成果は関連の深い項目（1（1）ウ：地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈）の趣旨に合致している．特に，本課題では各地域の津波再来間隔の推定を重要視しており，かつこの情報は地震津波の長期リスク評価に直結する．今後，同様の推定を行う対象地域を広げていくことにより，災害軽減に役立つ成果が得られるものと考えている．

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Kaida, H., Ishizawa, T., Yanagisawa, H., Imura, H., Hayashi, K., Goto, K., 2026, Source Estimation of the 1703 Genroku Tsunami Through Geological Surveys and Numerical Simulations on Hachijo Island. Progress in Earth and Planetary Science 13:10. https://doi.org/10.1186/s40645-026-00798-8, 査読有, 謝辞有

Nakata, K., Watanabe, M., Goto, K., 2025, Modelling emplacement of the world’s largest tsunami boulder. Natural Hazards, 121, 12169-12193. https://doi.org/10.1007/s11069-025-07276-2, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

森紀彰，中田光紀，後藤和久，ノッチを用いた八重山諸島における後期完新世地殻変動の再検討．地球惑星科学連合2025年大会

後藤和久，市原美恵，効果的な津波防災教育に地球科学が果たすべき役割．地球惑星科学連合2025年大会 招待講演

南舘健太，後藤和久，井村春生，笠井克己，石澤尭史，横山祐典，小笠原諸島のシンクホール堆積物に基づく過去千年間の熱帯低気圧活動の復元．日本堆積学会

木島悠理，中田光紀，篠崎鉄哉，石澤尭史，宮入陽介，横山祐典，後藤和久，津波堆積物中の生物遺

骸を用いた石垣島における先史津波の高確度年代決定．日本堆積学会

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

令和7年度に南海トラフ沿いおよび相模トラフ沿いの地域で得られた試料に関して，引き続き分析・解析を進める．南海トラフ沿いでは，1707年宝永地震もしくは1854年安政南海地震と考えられる津波堆積物を発見することができた．今後は年代制約からイベントを特定し，断層モデルの再評価を目指す．さらに，令和7年度の予備調査で見つかった紀伊半島西岸の調査適地において堆積物の掘削調査を行う．相模トラフ沿いでは，房総半島南端で基盤岩とイベント堆積物をセットで見つけることができた．イベント堆積物の年代決定を進めるとともに，地形測量解析を進め，地震による隆起と津波による堆積のプロセスについて議論を深める．さらに，富津岬で見つかった1～2枚のイベント層の年代決定と成因の特定を進める．伊豆小笠原海溝沿いでは，CT撮影等を行ったのち粒度・粒子形状分析を行い，イベント層が海浜砂を主体とするものなのかを明らかにする．なお，伊豆小笠原海溝においてはモダンアナログの少ない火山活動に関係した津波堆積物が存在する可能性も考えられ，研究が進んでいる地域（北海道・東北等）の情報を整理・必要に応じ試料採取を行い本地域との比較研究を行う．琉球海溝沿いでは，引き続き津波堆積物を探索するとともに，ノッチやマイクロアトール等を用いた地殻変動履歴の把握を進める．また，陸域の津波痕跡情報と比較を行うため，タービダイトなど海域の情報についても整理を行い活用することで，研究課題の発展的拡張を目指す．

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

後藤和久（東京大学大学院理学系研究科）
他機関との共同研究の有無：有
横山祐典（東京大学大気海洋研究所）, 藤野滋弘（筑波大学生命環境系）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：後藤和久
所属：東京大学大学院理学系研究科

令和７年度年次報告

課題番号：UTS_04

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）観測データと物理シミュレーションを統合した地震発生長期予測手法の構築と予測実験
（英文）Integrated model of earthquake source physics and observational data: Development and forecast experiments

（3）関連の深い建議の項目：

２地震・火山噴火の予測のための研究
(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
イ. 内陸地震の長期予測

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震

（5）本課題の５か年の到達目標：

大地震の規模と時期についての長期予測手法を，地形・地質学・地球物理学的観測データ，物理モデルを統合し，物理過程を定量的に考慮した手法へと高度化することを目的とする．今後5年間では，国内外のコミュニティ断層モデルの課題と連携することで複数の主要な活断層帯を対象として，観測データを考慮した地震シーケンス（サイクル）シミュレーションおよび動的破壊シミュレーション（予測実験）を実施する．モデルの検証を行い予測性能や不確実性を定量的に評価するとともに，最近発生した地震の観測・調査データと詳細に比較することで手法の改良を行う．また，これまで開発した詳細DEMや年代試料の機械学習を用いた解析手法を，複数の地域に適用して断層の活動性を定量的に推定する．

（6）本課題の５か年計画の概要：

シミュレーション研究では，これまでに開発した超大規模並列計算に最適化したアルゴリズムを用いて，国内外に対象地域を定めて多数サイクルの地震繰り返し過程および大地震の動的破壊過程を計算し，観測データと比較する．シミュレーションについては，5か年の間に概ね2年間で1事例の割合で実施し，期間前半でモデル構築，後半で観測との比較・モデル評価改良を行う．また5年間で，プレート境界地震と内陸地震の相互作用を，応力蓄積過程および粘弾性効果を含めたモデル化を行う．2年目および5年目には，コミュニティ断層モデルと連携して，当該課題で構築される断層形状モデルをシミュレーションに実装する．
また変動地形の数値データを用いた定量化手法を，能登半島などの海成段丘に適用し，段丘の標高分布を明らかにする．あわせて，段丘堆積物から年代試料の採取分析を行い，段丘形成年代や平均変位速度，活動履歴等を解明する．

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要
本年度は、観測データを反映した動的破壊シミュレーションおよび準動的地震シーケンス（サイク

ル）シミュレーション（SEAS）の予測実験を３つの場合について行った。また能登半島地震の発生履歴を解明するために北岸に存在する低位海岸段丘面の現地調査を行った。以下に概要を記す。

地震発生シミュレーションについては、地震前に得られていた地表トレースの情報に基づいて構築した断層面3次元形状と応力テンソルインバージョン解析で得られた広域応力場の情報を用いた、標準的モデル化の枠組みを構築した。国内の応力場情報はAIST06の課題の成果を活用している。本枠組みを、2007年と2024年能登半島地震に適用し、本震時の観測データや滑りインバージョン結果と比較することで、再現性や予測性能を検証した。その結果、2024年地震について、観測で推定された3次元断層形状と広域応力場をモデルに考慮することで、合成開口レーダで観測された高解像度な地殻変動分布や破壊過程や強振動励起に関係するモーメントレート関数などの主たる特徴の再現に成功した（図）。この結果は、論文発表した。2007年能登半島地震のシミュレーションでは、当該地震時に2024年地震の震源となった断層に破壊伝播しなかった原因を理解するため、断層形状モデルと応力場のパラメタスタディを行った。SEAS計算では、2023年トルコ・シリア地震を発生させた東アナトリア断層系における数万年スケールでの地震の繰り返し過程の再現を行った。その結果、2023年地震とそれ以前の数百年間の古地震履歴を説明しうる破壊シナリオを得ることに成功した。

能登半島の海岸段丘調査においては、最大隆起を記録し既往研究で2面の低段丘の記載がある半島北西部付近の吉浦地域周辺において、前年度に続き、OSL年代試料採取と原生地形復元の把握のために掘削調査を行った。また、本年度は新たに地中レーダ（GPR）探査を実施した。その結果、掘削調査で把握していた堆積層の下部に礫層もしくは基盤岩層の存在を推定することができた。ここで推定された礫層は現生海岸との対比から隆起量の指標となりうると解釈できる。また、堆積砂層試料のOSL年代測定では数千年から一万年程度の年代が得られたが、測定精度と堆積過程の解釈を、今後慎重に行っていく。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

シミュレーション研究は、建議項目の地震発生長期予測において、将来発生する地震のシナリオ予測にあらたな地球物理観測情報を従来の地質地形情報に合理的に加える枠組みを提供するものと位置づけられる。一方で、現地調査で得られる地形地質情報は、他に得られない古地震の時空間情報を提供するものであり、長期予測に不可欠の発生履歴の解明に資するものである。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ando, R, Y. Fukushima, K. Yoshida and K. Imanishi, Nonplanar Fault Geometry Controls the Spatiotemporal Distributions of Slip and Uplift: Evidence from the Mw 7.5 2024 Noto Peninsula, Japan, Earthquake, Earth Planet Space, 2025, 77:53, https://doi.org/10.1186/s40623-025-02187-9., 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

江守真由子・安藤亮輔, 2025, Sequence of the Noto Peninsula Earthquakes from 2007 to 2024 and beyond, 日本地震学会秋季大会, 福岡, S08-24

高橋宗茂・安藤亮輔, 2025, 分岐断層を含んだ東アナトリア断層帯の準動的地震サイクルシミュレーション, 日本活断層学会秋季学術大会, O-2

赤井 東・安藤亮輔・宍倉正展・田村 亨・伊藤一充・安江健一・橋下怜旺, 2025, 能登半島北部沿岸吉浦周辺の低位段丘における GPR を用いた地下構造の推定 とOSL年代測定, P-8

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

動的破壊シミュレーションについては、前年度の計算を発展させて、能登半島地域において2007年の

地震において、なぜ2024年の震源域に破壊伝播しなかったのか理解する。また、動的破壊過程シナリオ予測手法の予測実験とするために、パラメタスタディを実施し不確実性の幅を定量評価する。準動的地震シーケンスシミュレーションについては、前年度に作成した東アナトリア断層系を考慮した断層形状モデルを、特に分岐断層形状の部分について拡張し、計算で得られる地震発生シナリオの断層形状モデル依存性を定量評価する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

安藤亮輔（東京大学，大学院理学系研究科）

他機関との共同研究の有無：有

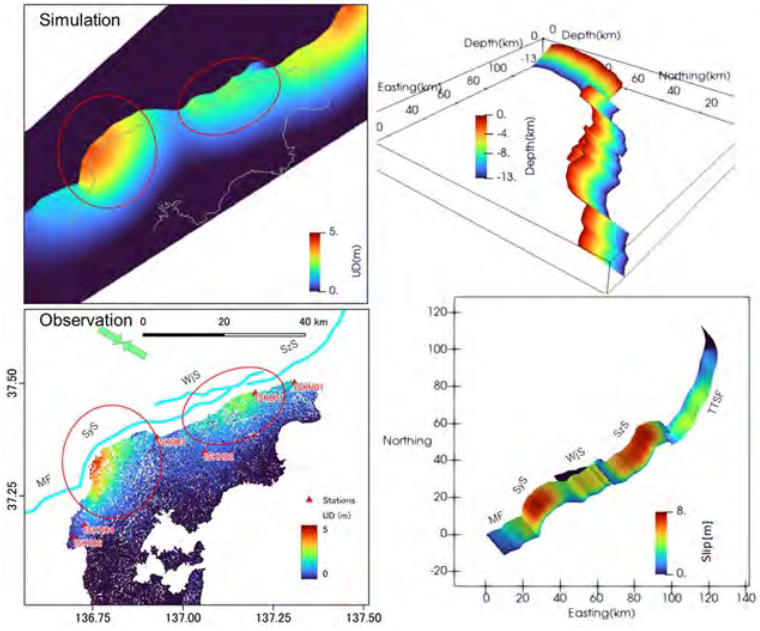
今西和利（産業技術総合研究所，活断層・火山研究部門），宍倉正展（産業技術総合研究所，活断層・火山研究部門）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：安藤亮輔
所属：東京大学，大学院理学系研究科



2024年能登半島地震の動的破壊シミュレーション
地表上下変位の計算（左上）と観測（左下）の結果および計算に考慮した3次元断層形状モデル（Ando et al., 2025から引用）

令和７年度年次報告

課題番号：UTS_05

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）階層性破壊すべりモデルの高度化と高速低速地震予測への活用
（英文）Hierarchical earthquake modeling for fast and slow slip process

（3）関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
2 地震・火山噴火の予測のための研究
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）本課題の５か年の到達目標：

地震の始まりはプレスリップモデル、カスケードモデルの２つのエンドメンバー、もしくはその中間的なモデルで表されるという認識が確立されようとしている。とくにカスケードモデルでは、最終的な巨大破壊に至る過程で、階層的構造を破壊していくプロセスの理解が重要である。
一方、地震発生場に固有な性質があるという認識も広まり、繰り返し地震の特徴や予測についての研究が進歩している。但し単純な孤立的繰り返し地震だけを対象にしていては、理解には限界がある。より複雑な、階層性のある繰り返し地震の理解を進めなければいけない。
当グループは、階層的破壊すべりの特性化において、世界の研究をリードしてきた。また近年階層性のある、準繰り返し地震というべき現象の詳細な分析法に道を拓いた。それでも発見から約20年たつスロー地震などの低速すべり現象は、現在の特性化の枠組みに含まれていない。これは地震準備プロセスのうちプレスリップモデルと特に深いかかわりを持つ現象であり、いかに階層的破壊モデルに取り込むかが、重大な懸案となっている。
災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第３次）では、特に地震発生の物理モデルに基づく予測と検証において、階層的構造の解明が重要テーマに掲げられている。そこで本課題では、階層的破壊すべりモデルの高度化と適切に低速すべりを取り込む方法論、およびそれを用いた地震現象の将来予測手法を目的とした研究を行う。

（6）本課題の５か年計画の概要：

地震の破壊には、ある程度の規則性がある。単純な繰り返し地震はその極端な例であり、最近は繰り返し地震の中に含まれる階層的な構造を使って、大小様々な地震が中途半端に繰り返す例（準繰り返

し地震）も知られるようになってきた。本研究室では、これまでOkuda and Ide (2018)やChang and Ide (2021)によって、階層的構造の特性化手法を開発してきた。この手法を高度化すること、および他の地域に適用することによって、地震発生場の階層性の特徴把握を進める。すでに研究が進んでいる東北沖地域を中心に手法の改良と適用を進めるとともに、同じような手法を日本ほど十分なデータがない世界の他地域に適用するため方法論を明らかにする。具体的作業には、大量の地震・測地データを効率よく利用するためのデータベースの再構築も含まれる。
階層的構造のカスケード的破壊モデル化の高度化も進める。Ide and Aochi (2005)の基本モデルIA05を、様々な摩擦法則と計算条件のもとで、現実的な地震サイクル計算できるように拡張する。その際、背景領域にスロー地震の影響を取り込む。東北沖では階層的地震破壊とスロー地震が近接し、一種の相互作用が期待される。上記データ分析の拡張によって、相互作用の特徴抽出をし、それを階層的破壊すべりモデルで再現するためのモデル改良を行う。
将来予測については、これまでに単純な繰り返し地震への確率的予測モデルがあり、スロー地震についてもIde and Nomura (2022)がプロトタイプ的なモデルを開発している。これらのモデルを改善するとともに、階層的破壊すべりである、準繰り返し地震の確率的予測のためのモデル開発を行う。開発したモデルを実際の現象に適用し、リアルタイムで予測結果を更新できるシステム開発を行う。
年次計画：
令和6年度　東北沖地域を中心としたデータ分析、IA05の拡張、既存データベースの再構築
令和7年度　海外データも含めたデータ解析、IA05拡張モデルの適用、予測モデルの整備
令和8年度以降　データ解析の高度化・多様化、IA05拡張モデルによる予測、リアルタイム化

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本年度は、昨年以来進めている地震発生場の階層的構造分析、およびIde & Aochi (2005, IA05)モデルを用いたサイクル計算の研究とりまとめを行った。前者では、北海道から関東までの日本海溝沈み込み帯のM3.5-5の繰り返し地震に対して、Chang and Ide (2021)を用いた震源とセントロイドの同時推定を行った。結果、多くの地震について破壊伝播は、沈み込み帯の深部方向への顕著な方位依存性を示す。これは固有構造が沈み込み方向へ伸びていること、および多くのモデルで仮定されるような深部からの核形成は支配的でないことを示唆する。結果はScience Adcancesに投稿、審査中である。後者では三陸沖をターゲットとした、IA05モデルの準動的地震サイクルシミュレーションの結果をJournal of Geophysical Research誌に投稿した。主な結論としてはGR則を満たすイベントの再現と、ほとんどの地震が小地震からのカスケードアップで発生することなどが含まれる。また新たに、P波初動からの地震規模の予測可能性について、気象庁緊急地震速報にも取り入れられているB-delta法の検証も含めた分析を行った。P波初動は動的応力降下量を表し、初めの動的応力降下量の大きな地震は、最終的にも応力降下量が大きい傾向があることを示した。この成果はEarth, Planet and Space誌にて出版された。別の新たな試みとして、沈み込み帯におけるGR則のb値が、断層傾斜角に強く依存することを発見し、それが断層方向と応力場方向の一致度で説明できることを示した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

2-(2)-ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証、に対しては地震発生場の階層性がカスケード的地震成長を生み出すことと、沈み込み帯では方位依存性がみられることを明らかにできた。また動的応力降下量は、破壊成長中の地震の性質をある程度規定することを明らかにし、限定的予測可能性を明らかにした。1-(3)地震発生過程の解明とモデル化、に対しても基礎的なモデル構築は役立つ。また6-(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成、に対しては東京大学における地震物理学の講義、地球物理学観測実習における自然地震観測実習を中心に貢献した。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ide, S., & Yoshida, K. (2026). Predictable and unpredictable aspects of earthquakes from P-wave onsets of acceleration seismograms. Earth, Planets and Space.

https://doi.org/10.1186/s40623-025-02357-9, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

井出 哲・吉田 圭佑, Predictable and Unpredictable Aspects of Earthquakes from P-wave Onsets: Vigorous Ruptures Finish Quickly, JpGU2025, SCG45-01

中田 令子・堀 高峰・青地 秀雄・井出 哲, Foreshocks, mainshocks, and aftershocks in multi-scale circular patch model of quasi-dynamic numerical simulation of earthquake generation cycle, JpGU2025, SCG45-P46

井出 哲・古市 幹人・佐藤 大佑, 超巨大地震はなぜ超低角断層で起きるのか？, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-13

中田 令子・堀 高峰・青地 秀雄・井出 哲, 4階層の円形パッチモデルを用いた長期的な準動的地震発生サイクルシミュレーション, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-20

中田 令子・堀 高峰・青地 秀雄・井出 哲, マルチスケール円形パッチモデルを用いた準動的地震発生サイクルシミュレーション, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-21

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

現在とりまとめを行っている地震発生場の階層的構造分析、およびIde & Aochi (2005, IA05)モデルを用いたサイクル計算の研究について、論文を出版させる。また沈み込み帯におけるGR則のb値の傾斜角依存性について、研究とりまとめを行うとともに、この観察を一般化するための分析を、世界の他地域で行う。これらの分析結果から、階層性を持つ断層における破壊成長可能性を定量化するモデル開発を行う。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

井出哲（東京大学大学院理学系研究科）
他機関との共同研究の有無：無

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：
電話：
e-mail：
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：井出哲
所属：東京大学大学院理学系研究科

令和７年度年次報告

課題番号：UTS_06

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）熱水系卓越型火山における火山活動評価手法高度化のための地球化学的観測技術の進展
（英文）Improvement of geochemical monitoring techniques for activity evaluation of hydrothermal-dominated volcanoes

（3）関連の深い建議の項目：

５ 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
２ 地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）

（5）本課題の５か年の到達目標：

熱水系卓越型火山の活動は、深部マグマからの熱や流体の供給・移動が浅部の熱水系を介して行われるため、マグマ噴火を起こす火山に比べてその過程は複雑で、活動の微細な変化を捉えることが難しい。近年の地球化学的観測の進展により、熱水系卓越型火山における火山性流体の振る舞いとして、マグマ性流体と熱水系流体の量比が活動推移を反映して変化することが明らかになってきた。火山ガスに特徴的な成分には、二酸化硫黄と硫化水素が挙げられるが、前者はマグマ性火山ガス、後者は熱水系火山ガスの代表的な成分である。熱水系卓越型火山での活動状況の把握では、このうち硫化水素のモニタリングが重要なカギになると期待される。また、火山ガスによる活動評価では、化学組成と放出フラックスの情報を入手可能にすることが活動の微細な変化を捉えるために不可欠であり、火山活動が活発化しても安定して火山ガスの情報を提供できる体制の確立が重要である。現状では、硫化水素を中心に放出する熱水系卓越型火山では、従来の観測方法では火山ガス放出フラックスの測定ができないため、火山ガスの量的な情報による火山活動評価や噴気活動の盛衰の評価ができていないのが課題となっている。
本研究課題では、熱水系卓越型火山での火山活動評価の高度化を目指すため、2点の観測技術の開発・確立を目指すものである。
１．安定して火山ガス化学組成情報を入手するための、ドローンを用いたMultiGAS観測技術の向上
２．熱水系卓越型火山における、新たな地球化学的指標の開拓に向けた観測技術の向上
2-1 火口や噴気地帯からの硫化水素放出フラックス観測手法の確立と応用
2-2 硫化水素土壌ガスフラックス測定に向けた硫化水素測定装置の開発と新たな噴気活動指標の探索

（6）本課題の５か年計画の概要：

「１．安定して火山ガス化学組成情報を入手するための、ドローンを用いたMultiGAS観測技術の向上」では、産業用小型ドローンに搭載可能で、熱水系卓越型火山の噴気の主要成分を網羅的に測定できる超小型MultiGAS装置の開発とテスト観測を行い、火山活動の推移過程のモデル化に資する火山ガス組成観測データの充実を図る。

「2-1 火口や噴気地帯からの硫化水素放出フラックス観測手法の確立と応用」では、ドローン搭載用の鉛直硫化水素センサーアレイを開発し、噴煙断面の硫化水素の二次元分布を求める方法を確立することで、硫化水素放出フラックスを求める観測手法を確立する。
「2-2硫化水素土壌ガスフラックス測定に向けた硫化水素測定装置の開発と新たな噴気活動指標の探索」では、硫化水素土壌ガスフラックス測定のための装置を開発し、噴気地帯周辺の二酸化炭素と硫化水素フラックスの時空間的違いを調べ、噴気活動の変化の指標としての有効性を検討する。
各年度の計画は以下のとおりである。
令和6年度：3つの開発テーマの装置の試作機を作製し、基礎実験、テスト観測を行う。
令和7年度：阿蘇山や霧島硫黄山などで、超小型MultiGAS測定や硫化水素フラックスのテスト観測を実施する。硫化水素土壌フラックス測定装置の基礎実験とテスト観測を継続する。
令和8年度：超小型MultiGASの試作機でテスト観測を行いつつ、改良を重ね完成を目指す。硫化水素の放出フラックス測定では、前年度までの試験観測を踏まえ、観測装置の改良や測定方法の検証を行う。また、開発した装置を用いた硫化水素土壌フラックス測定方法を確立し、硫化水素と二酸化炭素の時空間変化の調査を開始する。
令和9－10年度：阿蘇山・霧島硫黄山などの火山で観測を行いつつ、開発した超小型MultiGAS装置を用いたドローンによる火山ガス観測のシステム化を推進する。令和9年度に阿蘇山か霧島硫黄山で、硫化水素フラックス測定を実施し、開発した手法の評価と検証を行い、観測プロトコルを確立する。硫化水素土壌フラックス測定装置の結果と二酸化炭素土壌フラックスを組み合わせた調査を繰り返し、これらの時空間変化が活動指標としての有効性を評価・検証する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

「１．安定して火山ガス化学組成情報を入手するための、ドローンを用いたMultiGAS観測技術の向上」では、ドローンによるMultiGAS測定を十勝岳などで実施した。超小型MultiGAS装置の開発に向けて昨年度選定したセンサーや機器をベースに装置を試作した。また、ドローンフライト中に吊り下げたMultiGAS装置の測定値を操縦者が確認できるようにするための手法の確立に着手するなど、ドローンによるMultiGAS観測技術の高度化をおこなった。
「2-1 火口や噴気地帯からの硫化水素放出フラックス観測手法の確立と応用」では、2025年7月6日に霧島硫黄山でドローンにVSAS（鉛直硫化水素センサーアレイ）を搭載した観測を計4フライト実施した。同時に DOAS装置を用いたウォーキングトラバース測定を実施した。観測中の風向風速として一定の値（270度・3.7m/s）を使用すると、全フライトの観測値平均はH_2S放出量が5.76 ± 1.46（t/day）、そこから観測された平均SO_2/H_2S比を用いて求めたSO_2放出量は10.84 ± 2.75 （t/day）と求められた。他方 DOAS装置の方で求めたSO_2放出量は、最小4.7、最大14.4 (t/day)となり、両者は誤差内で一致した。
「2-2硫化水素土壌ガスフラックス測定に向けた硫化水素測定装置の開発と新たな噴気活動指標の探索」では、硫化水素土壌フラックスの測定に向けたデータ測定法を確立するとともに実際に使用する測定装置を設計し作成した。昨年度、高濃度硫化水素に対応可能な（応答速度の遅い）化学式センサーと既存の二酸化炭素土壌フラックス装置を組み合わせたプロトタイプで測定したデータを用い、この組み合わせの装置で確度の高い硫化水素土壌ガスフラックス測定ができる手法を確認した。それを受け、新たに調達したNDIR式の小型CO_2濃度計と化学式H_2Sセンサーを組み合わせた、コンパクトな土壌フラックス装置を設計し作成し、動作確認などの基礎的な室内実験を行った。

また、2025年6月に噴火活動を開始した霧島新燃岳で緊急対応を通して本研究のテーマである熱水系卓越型火山の噴火時における、地球化学的観測技術の高度化、そして安定して火山ガス化学組成情報を入手するための実践的観測を行った。ドローンを用いたMultiGAS測定を6月と10月に、SelPSによる高濃度火山ガス噴煙の試料の採取を7月と10月に実施した。
6月のMultiGAS観測および同時期に行ったDOAS観測により、新燃岳の噴火は熱水系の影響を受けているが、大量のマグマ揮発性成分が関与した噴火であったことが明らかとなった。また、SO_2、H_2S、H_2O、H_2の組成から算出する平衡温度は約490℃と高温の値を示した。噴火から約4か月経過した10月には火山ガス組成が大きく変化しており、CO_2に比べ相対的に硫黄のガスが減少がみられ、熱水系の影響を受けるとともに硫黄の析出が上昇過程で起こっていたと考えられる。火山ガ

ス組成から求められる平衡温度は約400℃であったが、これも硫黄の析出の影響を受けて平衡温度が高く見積もられた可能性がある。
SelPSを用いた高濃度噴煙試料採取では北側噴気と呼ばれる噴気の採取し、端成分の水蒸気の酸素・水素同位体組成、二酸化炭素の酸素・炭素同位体組成、水素ガスの水素同位体組成の推定に成功した。その結果、水蒸気に占めるマグマ水の混合比は33-59 %となり、0.9-42%を示した2025年7月時より上昇する傾向が見られた。またAET^{18}Oは95±7℃となり、2025年7月の90±11℃とほとんど変化は無かった。一方、AETDは216±18 ℃となり、2025年7月の472±45 ℃より低下した。AET^{18}Oは火口における噴気温度を、またAETDは火山性流体が山体内で地下水と接触する直前の温度を反映したものと考えられる。
年度末の3月には新燃岳で噴火活動が減衰していく状態での火山ガス組成の変化に着目したドローンによるMultiGAS観測を計画していている。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
関連の深い建議の項目である5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究「(6) 高リスク小規模火山噴火」においては、監視観測の充実による客観的な火山活動評価の推進が大きなテーマの一つである。本研究課題で実施している3つのテーマは監視観測の充実や客観的な活動評価の高度化につながる手法の開発研究である。これらの手法の確立とシステム化を目指している本研究課題は、「(6) 高リスク小規模火山噴火」の項目の目的達成に資するものであるとともに、全体の目標である「災害の軽減に貢献する」という点では、火山活動評価の高度化に位置付けられる。今年度は特に2025年霧島新燃岳の噴火への対応を通して監視観測の充実による客観的な火山活動評価の推進に貢献できたと考えている。

（8）令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

宮木 裕崇・角皆 潤・森田 雅明・風早 竜之介・中川 書子, 2025, UAV搭載型鉛直センサーアレイシステム開発とこれを用いた硫化水素放出量の定量・日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-18

Miyagi, Y., U. Tsunogai, K. Watanabe, M. Ito, F. Nakagawa,and R. Kazahaya, M. Morita, and T. Mori,2025, Estimating Emission Flux of H☒　S from Fumarolic Fields Using Vertical Sensor Array System, IAVCEI-CCVG The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 30.

宮木裕崇・角皆　潤・中川書子・風早竜之介2025, 2025 年霧島・新燃岳噴火に即応した火山ガス同位体組成観測の結果・日本火山学会2025年秋季大会, B2-05.

太西敦哉・田中良・森田雅明, 2025, 十勝岳におけるドローンとMulti-GASを用いた火山ガス組成観測, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P02

Onishi A., R. Tanaka and M. Morita, 2025, Volcanic gas measurement by using drone and Multi-GAS at Mt. Tokachi, Hokkaido in 2023 and 2024, IAVCEI-CCVG The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 38.

森 俊哉, 2025, 噴気地帯周辺での硫化水素の土壌拡散放出率測定法の検討・日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC35-08

風早竜之介・森　俊哉・篠原宏志・ 小山崇夫・金子隆之・渡邉篤志, 新燃岳でのドローンによる火山ガス観測・日本火山学会2025年秋季大会, B2-06.

（9）令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

（10）令和８年度実施計画の概要：

１．安定して火山ガス化学組成情報を入手するための、ドローンを用いたMultiGAS観測技術の向上」では、試作した超小型MultiGAS装置を使用した試験観測を阿蘇山・霧島硫黄山等で地上やドローン搭載の形で繰り返し実施しながら、試作装置の修正点や改良点を明確にし、装置全体の高度化を目指す。また、ドローンの用いたMultiGAS観測技術の高度化に向けて取り組む。

「2-1 火口や噴気地帯からの硫化水素放出フラックス観測手法の確立と応用」では、これまでの観測の経験や結果を踏まえ、ドローン搭載用のVSAS（鉛直硫化水素センサーアレイ）の改良を実施する。霧島硫黄山（予定）での観測を実施し、データ解析方法の高度化を目指す。

「2-2硫化水素土壌ガスフラックス測定に向けた硫化水素測定装置の開発と新たな噴気活動指標の探索」では、今年度作成した化学式硫化水素センサーとNDIR式二酸化炭素センサーを使用した小型可搬型の土壌フラックス測定装置を実践投入し、いくつかの火山で噴気地帯周辺の硫化水素土壌ガスフラックスの測定を実施し、有効なデータの蓄積を始める。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

森 俊哉（東京大学大学院理学系研究科）

他機関との共同研究の有無：有

森田 雅明（東京大学地震研究所）, 横尾 亮彦（京都大学大学院理学研究科）, 角皆 潤（名古屋大学大学院環境学研究科）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：東京大学大学院理学系研究科
電話：0358414649
e-mail：mori@eqchem.s.u-tokyo.ac.jp
URL：

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：森俊哉
所属：東京大学大学院理学系研究科

令和７年度年次報告

課題番号：YAM_01

（1）実施機関名：

山梨大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山噴火災害における地域住民や登山者のハザード理解とリスク認識に関する研究
（英文）Research on hazard understanding and risk awareness of local residents and hikers in volcanic disasters

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）本課題の５か年の到達目標：

・火山噴火災害における地域住民のハザード理解とリスク認識を明らかにする
・火山噴火災害における登山者のハザード理解とリスク認識を明らかにする
・火山噴火災害の適切な理解を促進するためのハザードマップを試作する

（6）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度は、地域住民のハザード理解とリスク認識を計測するための標準的な質問紙設計を行う。ただし、ハザードマップは火山毎に特性が大きく異なること、特に大規模火山噴火が想定されている火山と高リスク小規模火山噴火の特性の違いに留意する。モデル地域でアンケート調査を実施しその結果を質問紙設計にフィードバックする。

令和7年度は、登山者のハザード理解とリスク認識を計測するための標準的な質問紙設計を行う。モデル地域でアンケート調査を実施しその結果を質問紙設計にフィードバックする。

令和8年度は、令和6年度と令和7年度の成果を踏まえて、モデル地域に調査結果をフィードバックし意見交換を行う。モデル地域の火山の研究者、自治体実務者を集めた研究集会を行い、ハザードマップのあり方を討議するとともに、質問紙の見直しを行う。

令和9年度は、開発した標準的な質問紙を用いて、地域住民のハザード理解とリスク認識を調査する。調査結果をもとに、火山ごとに住民のハザード理解とリスク認識の特徴を明らかにする。適切な理解を促進するための動的なハザードマップの試作を行う。

令和10年度は、開発した標準的な質問紙を用いて、登山者のハザード理解とリスク認識を調査する。調査結果をもとに、火山ごとに登山者のハザード理解とリスク認識の特徴を明らかにする。試作した動的なハザードマップを改良し、その有効性を検証する。

（7）令和７年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

今年度は、「地域住民のハザード理解とリスク認識を計測するための標準的な質問紙調査票」の設計およびプレ調査を行うとともに、火山リスク情報と登山者の行動の関係についてのアンケート調査

を実施した。
「地域住民のハザード理解とリスク認識を計測するための標準的な質問紙調査票」の設計およびプレ調査では、火山噴火に関する基礎的理解、富士山火山防災マップの判読可否および内容理解を測定する設問を設計した。さらに、調査票の妥当性を検討するため、山梨大学および都留文科大学の学生を対象にプレアンケート調査を実施した。なお、本年度は、前年度に実施できなかった「地域住民のハザード理解とリスク認識を計測するための標準的な質問紙調査票」の設計とモデル地域におけるアンケート調査の実施を予定していたが、モデル地域との調整が難航したため、住民向けの調査には至らず、大学生を対象としたプレ調査に留まった。
プレアンケート調査は、山梨大学の共通教育科目「富士山学」の受講生78名および、都留文科大学の共通教育科目「自然と生命Ⅳ」の受講者165名、合計243名を対象として実施した。調査時期は2025年11～12月である。調査方法はGoogle Formsを用いたWebアンケート調査とした。調査項目は、個人属性（性別、年齢など）および富士山火山防災マップの判読・内容理解である。
富士山火山防災マップの判読・内容理解に関する設問では、富士吉田市が令和6年度に公表した富士山火山防災マップを参考に、図1に示す調査用画像を作成した。富士山火山防災マップの判読に関する設問では、A～Fの6地点に該当する避難対象エリアを尋ねた。
富士山火山防災マップの内容理解に関する設問では、A～Fの6地点について、富士山噴火の可能性が高まった場合にどのタイミングで避難するべきかを、「噴火の可能性が高まった時点ですぐに避難を始めるべき」、「噴火発生の情報が出たら、すぐに避難を始めるべき」、「噴火後に様子を見てから避難を始めるべき」、「特に避難の必要はない」、「わからない」の選択肢で尋ねた。
本調査から得られた主な成果は次のとおりである。
第一に、富士山火山防災マップの判読に関する設問では、すべての地点において9割以上の回答者が避難対象エリアを適切に判読できる結果であった。申請者らが既往研究[1)]において実施した調査では、住民が富士山火山ハザードマップの1つであるハザード統合マップを判読できる割合は2～6割であった。今回の調査は大学生を対象としている点に留意する必要はあるが、富士山火山防災マップは、ハザード統合マップに比べて読み取りやすさが向上している可能性が示された。
第二に、富士山火山防災マップの内容理解に関する設問では、第1・2次避難対象エリアにおいて、9割以上の回答者が「噴火の可能性が高まった時点ですぐに避難を始めるべき」を選択した。第3次避難対象エリアにおいても、半数以上の回答者が「噴火の可能性が高まった時点ですぐに避難を始めるべき」と回答し、「噴火発生の情報が出たら、すぐに避難を始めるべき」の回答は4割程度であった。また、第4次避難対象エリアでは、半数以上の回答者が「噴火発生の情報が出たら、すぐに避難を始めるべき」と回答した。第5・6次避難対象エリアでは、「噴火後に様子を見てから避難を始めるべき」の回答が4～6割程度となった。
富士山火山避難基本計画では、第１・２次避難対象エリアでは「噴火の可能性が高まった時点ですぐに避難」、第３次避難対象エリアでは「噴火発生の情報が出たら、すぐに避難」、第4～6次避難対象エリアでは「噴火後に様子を見てから避難」が推奨されている。今回の調査結果と比較すると、第1・2次避難対象エリアでは富士山火山避難基本計画と回答者の認識が概ね一致している一方で、第3次避難対象エリア以降では、富士山火山避難基本計画と回答者の認識に乖離がみられることが明らかになった。
火山リスク情報と登山者の行動の関係についてのアンケート調査では、2024年6月7日に発表された気象庁の「火山の状況に関する解説情報（臨時）」が、焼岳登山者にどのように受け止められたかを調査した。
長野県と岐阜県に位置する活火山である焼岳では、2024年5月下旬以降、火山性地震の多い状態が続いており、2024年6月7日に噴火警戒レベル引き上げの可能性に言及する気象庁の「火山の状況に関する解説情報（臨時）」が発表され、約1か月継続した。その間も焼岳を訪れる登山者が一定数いる状況が続いていた。
アンケート調査は、解説情報（臨時）発表中の2024年6月8日～7月17日に焼岳を登った者のうち、登山アプリYAMAP／ヤマレコに記録を残した登山者にメッセージで協力依頼し、2025年8月にGoogle Formsで実施した。設問は、個人属性に加え、火山情報の認知・入手手段、登山を決めたタイミングと理由、登山時の備え、情報を受けた際の心理などである。記録者461名のうち222名へ依頼でき、81名から回答を回収した。回答者は50代が最多で、年間平均12回以上登山する多頻度者が約77%を占めた。
本調査から得られた主な成果は次のとおりである。

火山情報の認知では、噴火警戒レベル1を登山前に把握していた人が約93%と高い一方、火山性地震の増加、レベル引き上げの可能性、解説情報（臨時）の発表を登山前に認知していた人は各約7割（解説情報は約67%）にとどまった。
心理面では「レベルが上がる前に登ろう」（約27%）、「レベル1だから大丈夫」（約24%）が多く、行政のリスク情報が“安全の根拠”として解釈され、登山決行を後押しする構図が示唆された。登山口に設置された注意看板（登山自粛、活火山であること、今後規制の可能性等）に対しても、「ヘルメット着用など注意して登る」（約26%）が最多で、不安は喚起できても登山抑制効果は限定的であった。登山者は来訪時点で登山を前提にしているため、現地での注意喚起のみで行動を変えることは難しいと考えられる。
もっとも、2023年同時期比で登山記録数はYAMAPで約65%、ヤマレコで約72%減少しており、解説情報（臨時）の発表自体には登山総数を抑える効果があった可能性がある。なお、本調査は「実際に登ったうえでアプリに記録を残した者」に限定されるため、登山を見送った層を含む行動変容への示唆は限定的である。

参考文献
1）佐藤 史弥, 秦 康範, 本多 亮, 吉本 充宏, 住民の富士山火山ハザードマップの判読に関する調査研究, 自然災害科学, 2023-2024, 42 巻, S10 号, p. 83-95, 2024

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望
本研究に関連の深い建議項目は、「5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究（5）大規模火山噴火」である。本研究は、噴火災害発生時に最も近くで被災する可能性のある登山者を対象に、活火山に対する意識を把握・計測し、登山者の避難を支援するための基礎的情報を提供する。以上より、本研究は（5）大規模火山噴火の目的達成に貢献するとともに、「災害の軽減に貢献する」という目標にも直接的に寄与する。

(8)令和７年度の成果に関連の深いもので、令和７年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

南沢修・秦康範，2025，火山の状況に関する解説情報（臨時）に対する焼岳火山防災協議会の対応，地域安全学会梗概集，No.56, 査読無, 謝辞無

中村 美月・佐藤史弥・秦康範，2025，火山の状況に関する解説情報（臨時）発表中における焼岳登山者への意識調査（速報），日本災害情報学会 第31回研究発表大会予稿集, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

南沢修・秦康範，2025，火山の状況に関する解説情報（臨時）に対する焼岳火山防災協議会の対応，第56回地域安全学会研究発表会（春季）

中村 美月・佐藤史弥・秦康範，2025，火山の状況に関する解説情報（臨時）発表中における焼岳登山者への意識調査（速報），日本災害情報学会 第31回研究発表大会

(9) 令和７年度に実施した調査・観測や開発したソフトウエア等のメタ情報：

(10) 令和８年度実施計画の概要：

令和8年度は、火山噴火に対する防災意識を把握するため、住民および登山者を対象とした調査を実施する。
住民を対象とした調査では、本年度に作成した「地域住民のハザード理解とリスク認識を計測するための標準的な質問紙調査票」を用い、山梨県富士吉田市および山中湖村の住民を対象に質問紙調査を行う。調査内容は、火山噴火に関する基礎的理解に加え、「富士山火山避難マップ」の認知状況・保管状況、マップの判読の可否、マップの理解を中心とする。

登山を対象とした者調査では、火山リスク情報に対する登山者の反応と行動意向を把握する。具体的には、Webアンケート調査により、火山の状況に関する解説情報（臨時）が発表された場合を想定し、その際の登山意向（登山継続・中止・延期等）や想定される対応について調査する。

（11）実施機関の参加者氏名または部署等名：

佐藤　史弥（山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター）, 大槻　順朗（山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター）, 武藤　慎一（山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター）, 秦　康範（日本大学危機管理学部）, 南沢　修（山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター）, 吉本　充宏（山梨県富士山科学研究所）, 石峯　康浩（山梨県富士山科学研究所）, 本多　亮（山梨県富士山科学研究所）

他機関との共同研究の有無：有

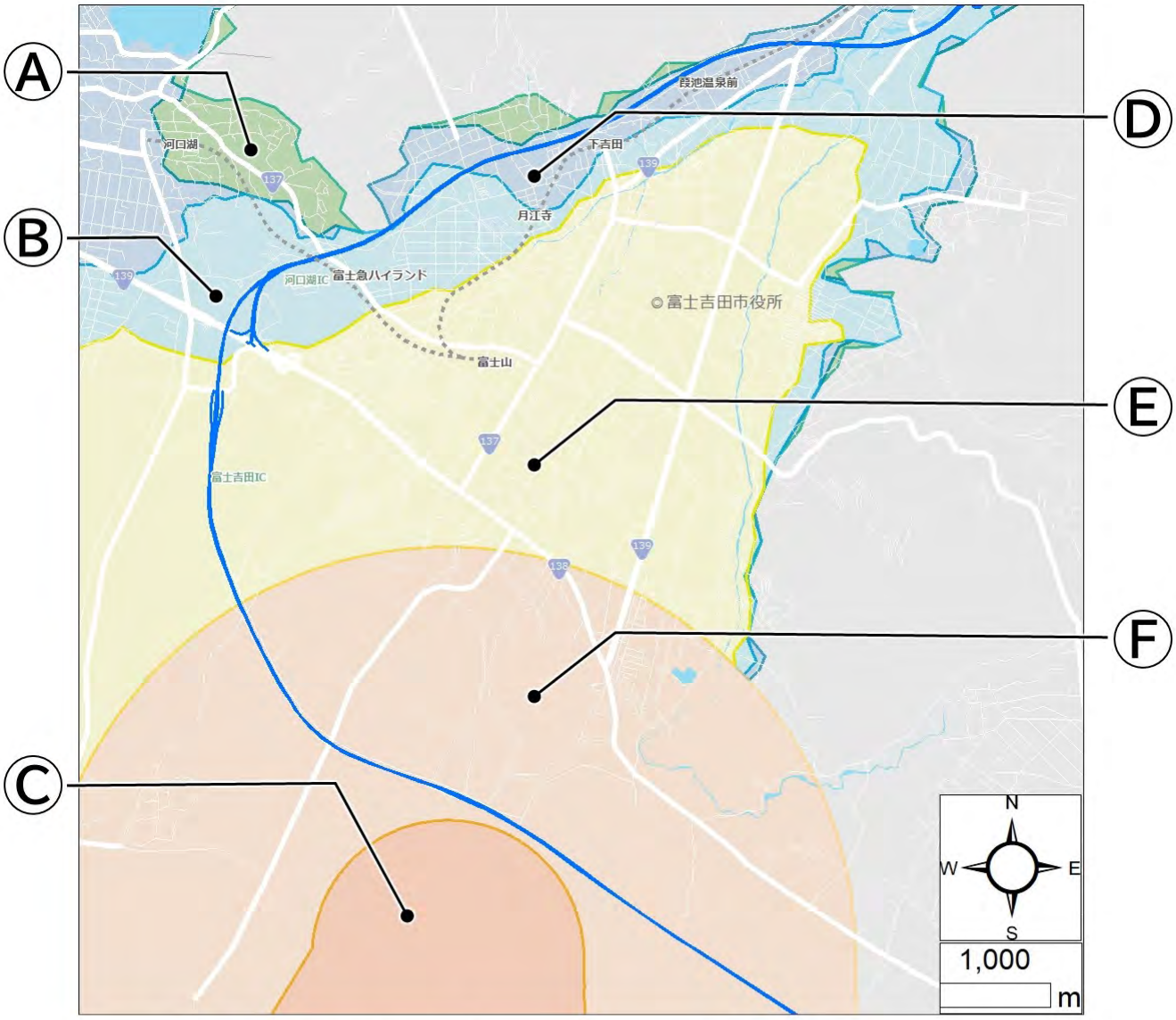
久保智弘（山梨県富士山科学研究所）, 亀谷伸子（山梨県富士山科学研究所）

（12）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター
電話：
e-mail：
URL：https://desire.yamanashi.ac.jp/

（13）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：佐藤史弥
所属：山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター



避難対象エリア	エリアの説明
第１次避難対象エリア	火口ができる可能性がある範囲
第２次避難対象エリア	火砕流等、大きな噴石の到達範囲
第３次避難対象エリア	溶岩流（３時間以内）到達範囲
第４次避難対象エリア	溶岩流（３～２４時間以内）到達範囲
第５次避難対象エリア	溶岩流（２４時間～７日間）到達範囲
第６次避難対象エリア	溶岩流（７日間以降）到達範囲

図1:調査用画像